



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΓΕΝΙΚΟ ΤΜΗΜΑ

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΤΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ**

**«ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ
ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ»**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

**“ Βιολογική καλλιέργεια βασιλικού (*Ocimum
basilicum*) με τη χρήση βιολογικών σκευασμάτων”**

ΗΛΙΑΣ ΠΛΑΤΗΣ

ΛΑΡΙΣΑ 2020

« Βιολογική καλλιέργεια βασιλικού (*Ocimum basilicum*) με τη χρήση βιολογικών σκευασμάτων»



ΜΕΛΗ ΤΗΣ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

Δρ. Ελένη Βογιατζή – Καμβούκου (Επιβλέπων), Καθηγήτρια
Φαρμακευτικών και Αρωματικών Φυτών , Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δρ. Νικόλαος Γκουγκουλιάς (Μέλος) , Αν.Καθηγητής Γονιμότητα εδαφών
και χημική σύσταση φυτικών ιστών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Δρ. Κυριάκος Γιαννούλης (Μέλος) Διδάκτορας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ευχαριστίες

Με την παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή ολοκληρώνετε ο κύκλος σπουδών και υποχρεώσεων του μεταπτυχιακού προγράμματος “Ολοκληρωμένη Διαχείριση Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών” του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Ιδιαίτερη ευγνωμοσύνη οφείλω στην καθηγήτριά μου κυρία Ελένη Βογιατζή που με εμπιστεύτηκε και με στήριξε στα μαθήματα όσο και στην εκπόνηση της μεταπτυχιακής διατριβής, προσέφερε την πείρα της και τη γνώση της από την πολυετή πρωτοποριακή ερευνητική της δραστηριότητα σε θέματα αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Με επιμονή και επιμονή κρατώντας πάντοτε ψηλά τον πήχη των επιστημονικών απαιτήσεων που επέβαλλε η διεκπεραίωσή της συνέβαλλε καθοριστικά στην ολοκλήρωσή της.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω το Διδάκτορα κ. Κυριάκο Γιαννούλη για την υποστήριξή του, τις υποδείξεις και το χρόνο που διέθεσε για την διόρθωση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής. Με τις συμβουλές του, την καθοδήγησή του και την άψογη συνεργασία που είχαμε συνετέλεσε να ολοκληρωθεί η εργασία.

Ευχαριστίες οφείλω στον κ. Νικόλαο Γουγκουλιά για την πολύτιμη συνδρομή, το ενδιαφέρον, την υποστήριξη την καθοδήγηση και τις υποδείξεις του.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένειά μου για την ηθική συμπαράσταση και υπομονή καθ’ όλη τη διάρκεια της διεξαγωγής της διατριβής μου, και όλους όσους βοήθησαν με άμεσο ή έμμεσο τρόπο στη διεκπεραίωση της εργασίας αυτής.

Copyright © Πλατής Ηλίας, 2020.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διατριβής, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης.

Η έγκριση της Μεταπτυχιακής Διατριβής Ειδίκευσης από το Γενικό Τμήμα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δε δηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

Εγώ, ο Ηλίας Πλατής, είμαι ο συγγραφέας αυτής Μ.Δ.Ε. Αυτή η Μ.Δ.Ε. αντικατοπτρίζει την έρευνα που έγινε από εμένα και δεν έχει υποβληθεί (εξ ολοκλήρου ή μέρος της) σαν προπτυχιακή διατριβή ή Μ.Δ.Ε. ή ως μέρος Διδακτορικής Διατριβής σε αυτό ή άλλο Προπτυχιακό ή Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Ιδρυμάτων Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης του εσωτερικού ή εξωτερικού.

Όποια συνεργασία καθώς και το μέγεθος αυτής δηλώνονται επακριβώς στο αντίστοιχο πεδίο αυτής της διατριβής. Επίσης έχω διαβάσει όλες τις βιβλιογραφικές αναφορές που παρατίθενται στο τέλος.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	8
ABSTRACT	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο : ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο : ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο : ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΦΥΤΑ	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο : ΒΑΣΙΛΙΚΟΣ	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο : ΜΥΚΗΤΕΣ	38
5.1 Μυκόρριζες	38
5.2 Μύκητες του γένους <i>Trichoderma</i>	42
5.3 Χρήσεις	44
5.4 Γενετική ταξινόμηση.....	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ^ο : ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	47
6.1 Σκοπός Πειράματος	47
6.2 Υλικά και Μέθοδοι	47
6.2.1 Περιγραφή Πειράματος	47
6.2.2. Αξιολογηθείσες παράμετροι	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ^ο : ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	52
7.1 Αποτελέσματα και συζήτηση	52
7.1.1 Χλωρό βάρος	52
7.1.2. Ξηρό βάρος.....	58
7.2 Αιθέριο έλαιο	64
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ^ο : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	78
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	81

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για την ενασχόληση με την καλλιέργεια των αρωματικών – φαρμακευτικών φυτών, επιβάλλει την μελέτη των παραγόντων που αφορούν την παραγωγική διαδικασία, η οποία περιλαμβάνει την ανάπτυξη των φυτών στον αγρό (με χρήση της καταλληλότερης μεθόδου καλλιέργειας), καθώς και την μεταποίησή τους και την παραλαβή των αιθέριων ελαίων.

Σκοπός της παρούσης εργασίας είναι η μελέτη της επίδρασης δύο βιολογικών σκευασμάτων, του *Trichoderma harzianum* (T 22), και μυκόριζας του γένους *Glomus*, σε καλλιέργεια σποροφύτων του *Ocimum basilicum* “Genovese”. Μετρήθηκαν και αναλύθηκαν το χλωρό και ξηρό βάρος των φυτών, καθώς και η παραγωγή και περιεκτικότητα των φυτών σε αιθέριο έλαιο, όπως αυτά επηρεάστηκαν από την εφαρμογή των παραγόντων.

Οι μυκόρριζες είναι μύκητες του εδάφους που έχουν την ικανότητα να αναπτύσσουν συμβιωτική και αμοιβαία ωφέλιμη σχέση με τις ρίζες των περισσότερων φυτών. Κατά τη συμβίωση το φυτό παρέχει υδατάνθρακες στο μύκητα και αυτός, μέσω του εκτεταμένου εδαφικού μυκηλίου, παρέχει στο φυτό θρεπτικά στοιχεία και ιδιαίτερα φώσφορο. Οι μύκητες του γένους *Trichoderma* είναι είδη μυκήτων μη μολυσματικών συμβιωτών των ανώτερων φυτών, είδη που παρασιτούν σε άλλους μύκητες και είδη που είναι περιστασιακά παθογόνα. Οι μύκητες αυτοί παράγουν πλήθος ενώσεων οι οποίες προκαλούν σημαντικές αλλαγές στο μεταβολισμό των φυτών.

Το πείραμα διεξήχθη κατά τα έτη 2018 και 2019. Η εγκατάσταση του πειράματος έγινε στον αγρό του ΑΤΕΙ Λάρισας. Για το σκοπό της μελέτης εφαρμόστηκε παραγοντικό πείραμα, με παράγοντες: α) Μάρτυρας (καμία επέμβαση) β) προσθήκη του *Trichoderma harzianum* και γ) προσθήκη της μυκόριζας του γένους *Glomus*. Οι εφαρμογές των *Trichoderma harzianum* (T22) και μυκόριζας *Glomus* (G) έγιναν κατά το στάδιο της μεταφύτευσης. Εφαρμόστηκαν 5ml/φυτό του (T22), και 5gr/φυτό του *Glomus*. Για κάθε παράγοντα είχαμε τέσσερεις επαναλήψεις και προέκυψαν δώδεκα (12) πειραματικά τεμάχια. Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο μεταφυτεύθηκαν εικοσιτέσσερα (24)

φυτά, σε αποστάσεις 40 cm μεταξύ των γραμμών και 20 cm μεταξύ των φυτών. Έτσι συνολικά χρησιμοποιήθηκαν διακόσια ογδόντα οκτώ (288) φυτά σε κάθε πείραμα.

Από την ανάλυση των μετρήσεων διαπιστώθηκε ότι το χλωρό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών βασιλικού δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά καθ όλη τη διάρκεια του πειράματος εξ αιτίας των διαφόρων επεμβάσεων, αλλά καταγράφηκε μείωση του χλωρού βάρους τόσο κατά το δεύτερο έτος πειραματισμού όσο και μεταξύ πρώτης και δεύτερης κοπής για το σύνολο του χρόνου πειραματισμού.

Επίσης, το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών βασιλικού δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά καθ όλη τη διάρκεια του πειράματος εξ αιτίας των διαφόρων επεμβάσεων και εμφανίζεται σχεδόν αμετάβλητο και στα δύο χρόνια του πειράματος σε αντίθεση με το χλωρό βάρος.

Παρατηρήθηκε μείωση στην παραγωγή αιθέριου ελαίου μεταξύ πρώτης και δεύτερης χρονιάς πειραματισμού (περίπου 14%), και μεταξύ πρώτης και δεύτερης κοπής για όλη την διάρκεια του χρόνου του πειράματος. Η περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά, τόσο από τη χρονιά διεξαγωγής του πειράματος, όσο και από το χρόνο κοπής των φυτών. Σε όλες τις περιπτώσεις (μάρτυρας, εφαρμογές τριχοδέρματος και μυκόρριζας), παρατηρήθηκε πολύ μεγάλη μείωση και της παραγωγής και της περιεκτικότητας αιθέριου ελαίου στη δεύτερη κοπή και στις δύο χρονιές διεξαγωγής του πειράματος.

Λέξεις – κλειδιά: Βασιλικός, *Trichoderma harzianum*, μυκόρριζας *Glomus*, αιθέριο έλαιο.

ABSTRACT

The growing interest in dealing with the cultivation of aromatic – medicinal plants, requires the study of factors related to the production process, which includes the development of plants in field (using the most appropriate method of cultivation), as well as their processing and the receipt of essential oils.

The purpose of the present work is to study the effect of two organic formulations, *Trichoderma harzianum* (T 22), and Mycorizas of the genus *Glomus*, in the cultivation of seedlings of *Ocimum basilicum* "Genovese". They were measured and analysed the green and dry weight of plants, as well as the production and content of plants in essential oil as they were affected by the application of the factors.

Mycoradace are soil fungi that have the ability to develop a symbiotic and mutually beneficial relationship with the roots of most plants. In symbiosis the plant provides carbohydrates to the fungus and that, through the extensive soil mycelium, provides the plant with nutrients and especially phosphorus. The fungi of the genus *Trichoderma* are species of fungi of non-infectious symbiotic of higher plants, species that parasail in other fungi and species that are occasionally pathogenic. These fungi produce a multitude of compounds which cause significant changes in plant metabolism.

The experiment was conducted in the years 2018 and 2019. The experiment was installed in the field of the ATEI of Larissa. For the purpose of the study, a factorial experiment was applied, with factors: a) No interference, b) Addition of *Trichoderma harzianum* and c) addition of the mycorizas of the genus *Glomus*. The applications of *Trichoderma harzianum* (T22) and Mycorizas *Glomus* (G) were made during the transplanting stage. Applied 5 ml/plant T22, and 5 ml/plant of *Glomus*. For each factor we had four repetitions and emerged twelve (12) experimental pieces. In each experimental piece twenty-four (24) plants were transplanted, at distances of 40 cm between the lines and 20 cm between the plants. In total, two hundred and eighty eight (288) plants were used in each experiment.

The analysis of the measurements found that the green weight of the above-ground section of basil plants was not statistically significantly affected throughout the experiment due to the various interventions, but recorded a decrease in the green weight both in the second year of experimentation and between first and second cutting for the whole time of experimentation.

Furthermore, the dry weight of the above-ground section of basil plants was not statistically significantly influenced throughout the duration of the experiment due to the various interventions and appears almost unchanged in both years of the experiment as opposed to green weight.

There was a decrease in the production of essential oil between the first and second years of experimentation (approximately 14%), and between first and second cutting for the duration of the experiment. The content of the essential oil was influenced statistically important, both from the year of the experiment and from the time of cutting of plants. In all cases (witness, applications of *Trichoderma* and Mycorizas), there was a very large decrease in both the production and the content of essential oil in the second cut in both years conducting the experiment.

Keywords: Basil, *Trichoderma harzianum*, *Mycorrhizal Glomus*, Essential Oil.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η βιολογική γεωργία είναι ένα σύστημα παραγωγής που βασίζεται στο σεβασμό και την προστασία του περιβάλλοντος και την προαγωγή της υγείας του παραγωγού και του καταναλωτή. Πρόκειται για ένα συνολικό σύστημα διαχείρισης των γεωργικών εκμεταλλεύσεων και της παραγωγής τροφίμων, το οποίο συνδυάζει βέλτιστες πρακτικές για το περιβάλλον, υψηλό βαθμό βιοποικιλότητας, διατήρηση φυσικών πόρων και εφαρμογή υψηλού επιπέδου προτύπων στη μεταχείριση των ζώων, καθώς και προτύπων παραγωγής που ανταποκρίνονται στη ζήτηση προϊόντων που παράγονται με φυσικές ουσίες και διεργασίες. Κατά την τελευταία δεκαετία, η αγορά βιολογικών προϊόντων χαρακτηρίζεται από δυναμική ανάπτυξη, η οποία οφείλεται στην έντονη αύξηση της ζήτησης.

Τα αρωματικά φυτά αποτελούσαν από την αρχαιότητα σημαντικό κομμάτι του παγκόσμιου εμπορίου αποδίδοντας σημαντικά οικονομικά οφέλη. Αργότερα η χρήση τους περιορίστηκε σημαντικά εξαιτίας της παρασκευής συνθετικών χημικών ουσιών, για να ανακάμψει τα τελευταία χρόνια. Χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία τροφίμων ως βελτιωτικά γεύσης (μπαχαρικά), αλλά και ως αφεψήματα, στη βιομηχανία φαρμάκων και καλλυντικών. Επίσης χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα ως μελισσοτροφικά φυτά (θυμάρι, θρούμπι), αλλά και ως καλλωπιστικά.

Στη σύγχρονη εποχή που ο εξορθολογισμός της γεωργίας αποτελεί επιτακτική ανάγκη, με τη μειωμένη χρήση συνθετικών σκευασμάτων και τον περιορισμό της εφαρμογής χημικών προσθέτων στα τρόφιμα, η καλλιέργεια των αρωματικών φυτών κερδίζει συνεχώς έδαφος. Επιπρόσθετα λόγω των μικρών απαιτήσεων της καλλιέργειας στην εφαρμογή θρεπτικών αλλά και φυτοπροστατευτικών παραγόντων (λιπάσματα, εντομοκτόνα, μυκητοκτόνα, κα), αποτελούν άριστο πεδίο εφαρμογής των αρχών της βιολογικής παραγωγής (γεωργίας), ενώ μπορούν να αξιοποιήσουν εδάφη ασβεστώδη και λιγότερο γόνιμα.

Ο βασιλικός είναι ετήσιο ποώδες φυτό, της οικογένειας των Χειλανθών. Είναι ένα από τα πιο δημοφιλή αρωματικά φυτά και χρησιμοποιείται ευρέως στη μαγειρική, τη ζαχαροπλαστική και την αρωματοποιία. Είναι φυτό πολυμορφικό με πολλές ποικιλίες που διαφέρουν ως προς το μέγεθος, το χρώμα και την υφή των φύλλων, το χρώμα και τον

τύπο της ταξιανθίας, αλλά και ως προς το χημικό τύπο των αιθέριων ελαίων. Οι ποικιλίες που καλλιεργούνται στην Ελλάδα είναι αυτές που έχουν πολύ μικρά φύλλα, άλλες με μεγάλα και σγουρά φύλλα και άλλες με φύλλα και άνθη ή μόνο άνθη σκούρου ιώδους χρώματος. Για εμπορικούς σκοπούς καλλιεργείται η ποικιλία του Ευρωπαϊκού χημειότυπου (γλυκός βασιλικός, πλατύφυλλος, *sweet basil*, *Genovese*), που χαρακτηρίζεται από την περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου του σε λιναλοόλη και μεθυλική καβικόλη σε αναλογία 2-3/1. Ως αρωματικό φυτό έχει την τάση να συσσωρεύει αντιοξειδωτικά, τα οποία είναι εξαιρετικά ωφέλιμα για την υγεία και τα οποία βοηθούν να μην οξειδώνονται οι βιταμίνες, τα έλαια κ.λπ. από τον ανθρώπινο οργανισμό και τέλος καταπολεμούν τις ελεύθερες ρίζες. Το αιθέριο έλαιο του βασιλικού χρησιμοποιείται στην αρωματοθεραπεία, στη σαπωνοποιία, στη φαρμακευτική, στη ζαχαροπλαστική, στη βιομηχανία τροφίμων και στην παραγωγή διαφόρων λικέρ. Η ξηρή δρόγη χρησιμοποιείται κυρίως στις βιομηχανίες τροφίμων και φαρμάκων.

Στη παρούσα εργασία ελέγχεται η επίδραση δύο βιολογικών σκευασμάτων, του *Trichoderma harzianum* (T 22), και μυκόριζας του γένους *Glomus*, στην καλλιέργεια του βασιλικού ποικιλίας *Genovese*, και η συμπεριφορά των σποροφύτων στις επεμβάσεις που δέχθηκαν κατά τη μεταφύτευσή τους στον πειραματικό αγρό. Με τον όρο μυκόρριζα περιγράφονται οι αλληλοεξαρτώμενες σχέσεις μεταξύ φυτών και μυκήτων, στις οποίες ο μύκητας παρέχει στα φυτά, ανόργανα συστατικά (π.χ. φώσφορο, άζωτο) και άλλες σύνθετες οργανικές ενώσεις που συνθέτει ο ίδιος (π.χ. φυτορμόνες) και σε αντάλλαγμα παίρνει από αυτά υδατάνθρακες. Οι μύκητες του γένους *Trichoderma*, παράγουν μεγάλο αριθμό ενώσεων, οι οποίες προκαλούν σημαντικές αλλαγές στο μεταβολισμό των φυτών. Είναι ευρέως διαδεδομένοι στα εδάφη, ιδιαίτερα στα οργανικά, όπου ζουν σαπροφυτικά ή παρασιτικά πάνω σε άλλους μύκητες. Χρησιμοποιούνται για εφαρμογές σε θερμοκήπια και αγρούς ενώ έρευνες έδειξαν ότι θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν και για τη μετασυλλεκτική προστασία των φυτών έναντι των φυτοπαθογόνων μυκήτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο : ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

Στην πρόταση της ευρωπαϊκής επιτροπής 2014/0100 (COD), μεταξύ άλλων αναφέρεται ότι η βιολογική παραγωγή (γεωργία), είναι ένα συνολικό σύστημα διαχείρισης των γεωργικών εκμεταλλεύσεων και της παραγωγής τροφίμων, το οποίο συνδυάζει βέλτιστες πρακτικές για το περιβάλλον, υψηλό βαθμό βιοποικιλότητας, διατήρηση φυσικών πόρων και εφαρμογή υψηλού επιπέδου προτύπων στη μεταχείριση των ζώων, καθώς και προτύπων παραγωγής που ανταποκρίνονται στη ζήτηση προϊόντων που παράγονται με φυσικές ουσίες και διεργασίες.

Ως εκ τούτου, η βιολογική παραγωγή επιτελεί διττό κοινωνικό ρόλο. Τροφοδοτεί μια συγκεκριμένη αγορά που καλύπτει την καταναλωτική ζήτηση βιολογικών προϊόντων, ενώ παράλληλα προσφέρει δημόσια διαθέσιμα αγαθά που συμβάλλουν στην προστασία του περιβάλλοντος, στην καλή μεταχείριση των ζώων και στην αγροτική ανάπτυξη.

Με άλλα λόγια η βιολογική γεωργία είναι ένα σύστημα παραγωγής που βασίζεται στο σεβασμό και την προστασία του περιβάλλοντος και την προαγωγή της υγείας του παραγωγού και του καταναλωτή.

Για την θρέψη των φυτών χρησιμοποιούνται προγράμματα αμεινισποράς, και χλωρής λίπανσης, καθώς και η ενσωμάτωση compost και κοπριάς.

Στη βιολογική γεωργία δεν επιτρέπεται η χρήση σχεδόν όλων των εμπορικά διαθέσιμων χημικών λιπασμάτων. Στον Κανονισμό 889/2008 και στις σελίδες 83-86, υπάρχει κατάσταση σκευασμάτων - ορυκτά και οργανικής μορφής - που επιτρέπονται να χρησιμοποιηθούν σε ένα αγρό.

Η προσθήκη οργανικής ουσίας, δηλαδή ζωικά (κοπριές) και φυτικά υπολείμματα σε διαδικασία αποσύνθεσης στο έδαφος, αυξάνει τη βιολογική δραστηριότητά του και αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη βελτίωση των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων του. Έτσι βελτιώνεται σημαντικά η θρέψη και η ανάπτυξη των φυτών.

Παράλληλα οι εδαφικές αναλύσεις κρίνονται απαραίτητες ώστε να διαπιστώνεται το επίπεδο των διαθέσιμων «θρεπτικών στοιχείων» και, αν λείπει κάποιο από αυτά, να γίνεται εμπλουτισμός με διορθωτικές επεμβάσεις κατά την προσθήκη της οργανικής ουσίας, με ουσίες κατάλληλες με βάση τον κανονισμό του σχετικού νόμου.

Στη βιολογική γεωργία χρησιμοποιούνται ευρέως οργανικά λιπάσματα και έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνουν τη δομή των εδαφών και αυξάνουν την περιεκτικότητα του σε θρεπτικά στοιχεία.

Ως οργανικά λιπάσματα χαρακτηρίζονται τα απορρίμματα στάβλων, τα υπολείμματα θεριζοαλωνισμών, τα αστικά λύματα (ιλύς βιολογικών καθαρισμών, τα κομπόστ από σκουπίδια, τα υποπροϊόντα βιομηχανιών (ελαιουργεία, εκκοκκιστήρια βάμβακος κ.λ.π.) και η τύρφη, με τα δύο πρώτα (απορρίμματα των στάβλων και φυτικά υπολείμματα) να είναι τα πλέον διαδεδομένα στην γεωργική πράξη.

Η αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών γίνεται με τη βοήθεια παρασίτων, αρπακτικών, επιλογή καταλλήλων ειδών και ποικιλιών και με τη χρήση στοχευμένων καλλιεργητικών πρακτικών. Στη βιολογική γεωργία δεν επιτρέπεται η χρήση χημικών συνθετικών λιπασμάτων, χημικών φυτοπροστατευτικών προϊόντων καθώς και η χρησιμοποίηση γενετικά τροποποιημένων οργανισμών (ΓΤΟ).

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στη προληπτική φυτοπροστασία με καλλιεργητικές πρακτικές, που ευνοούν την ανάπτυξη των φυτών και παρεμποδίζουν την εμφάνιση και εξάπλωση διαφόρων εχθρών και ασθενειών. Ως προληπτική πρακτική φυτοπροστασίας αναφέρονται η χρήση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού, η επιλογή του είδους και της ποικιλίας που πρόκειται να καλλιεργηθεί (χρήση ανθεκτικών ειδών), καθώς και ο τρόπος και ο χρόνος της καλλιέργειας.

Άλλες καλλιεργητικές πρακτικές είναι η απολύμανση του εδάφους, η εδαφοκάλυψη, η κατευθυνόμενη αμεινισπορά, οι αποστάσεις και ο τρόπος φύτευσης, το κλάδεμα, και η συγκαλλιέργεια εντομοαπωθητικών φυτών.

Συμπληρωματικά γίνεται η εφαρμογή βιολογικών μέσων καταπολέμησης εχθρών (σκευάσματα με ωφέλιμα έντομα κ.ά.). Χρησιμοποιούνται επίσης εκχυλίσματα φυτών, σκόνες πετρωμάτων κ.ά. για την προστασία των φυτών, που λειτουργούν ως φυτικά εντομοκτόνα ή απωθητικά, ή ως ενισχυτικά της αντοχής των φυτών, καθώς επίσης εντομοπαγίδες, εντομοστατικά δίχτυα και διάφορα βιοτεχνολογικά μέσα.

Σε αυτά συγκαταλέγονται:

- Οι φερομόνες ή ελκυστικά φύλου, που να χρησιμοποιούνται σε μεθόδους σεξουαλικής σύγχυσης.
- Χρωμοπαγίδες με εντομολογική κόλα στη μαζική παγίδευση.

- Ελκυστικές ή απωθητικές ουσίες σε δολωματικές μεθόδους.
- Ενίσχυση των ωφελίμων εντόμων, διατηρώντας φυτά ξενιστές ωφελίμων εντόμων κοντά στα καλλιεργούμενα φυτά (βιολογικός έλεγχος εχθρών).

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των βιολογικών παραγόντων είναι ότι με τη χρήση τους δεν προκαλούνται φαινόμενα ανθεκτικότητας όπως συμβαίνει με την εφαρμογή των χημικών μέσων ελέγχου των εχθρών των καλλιεργειών και έτσι αποτελούν ένα από τους πιο βασικούς παράγοντες αντιμετώπισης τέτοιων φαινομένων.

Κατά την τελευταία δεκαετία, η αγορά βιολογικών προϊόντων χαρακτηρίζεται από δυναμική ανάπτυξη, η οποία οφείλεται στην έντονη αύξηση της ζήτησης. Από το 1999 έως το 2014, η συνολική παγκόσμια αγορά βιολογικών τροφίμων έχει τετραπλασιαστεί σε μέγεθος, ενώ οι γεωργικές εκτάσεις βιολογικής παραγωγής στην Ευρωπαϊκή Ένωση έχουν διπλασιαστεί.

Η πρώτη νομοθετική πράξη της Ένωσης σχετικά με τη βιολογική παραγωγή εκδόθηκε το 1991 (κανονισμός (ΕΟΚ) αριθ. 2092/91), με τις διατάξεις του οποίου διαμορφώθηκε μια βάση για την προστασία των καταναλωτών και των παραγωγών βιολογικών προϊόντων.

Σε αυτόν περιλαμβάνονταν ο νομικός ορισμός της βιολογικής παραγωγής, μέσω των κανόνων παραγωγής και προέβλεπε απαιτήσεις ελέγχου και επισημάνσης, καθώς και κανόνες για τις εισαγωγές βιολογικών προϊόντων.

Ο ΚΑΝ 2092/91 αναθεωρήθηκε με την έκδοση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου τον Ιούνιο 2007. Σ αυτόν προβλέπονταν τα ακόλουθα:

- αναλυτικότερος ορισμός της βιολογικής παραγωγής με την περιγραφή των στόχων και των αρχών της,
- καλύτερη εναρμόνιση των κανόνων βιολογικής παραγωγής στο εσωτερικό της Ένωσης, με την κατάργηση των εθνικών κανόνων για τα ζωικά προϊόντα,
- καθιέρωση της δυνατότητας εξαιρέσεων από τους κανόνες υπό την ευθύνη των κρατών μελών, αλλά με την επιβολή αυστηρών περιορισμών και για περιορισμένο χρονικό διάστημα,
- σύνδεση του συστήματος ελέγχου βιολογικών προϊόντων με το σύστημα επίσημων ελέγχων ζωοτροφών και τροφίμων που προβλέπεται στον κανονισμό

(ΕΚ) αριθ. 882/20045 και υποχρέωση διαπίστευσης των ιδιωτικών φορέων ελέγχου,

- αναδιάρθρωση του καθεστώτος εισαγωγών: επιπλέον της αναγνώρισης τρίτων χωρών για σκοπούς ισοδυναμίας, η Ευρωπαϊκή Ένωση αναγνωρίζει φορείς ελέγχου οι οποίοι δραστηριοποιούνται σε τρίτες χώρες και ελέγχουν την ισοδυναμία ή τη συμμόρφωση. Το προηγούμενο σύστημα έκδοσης ατομικών αδειών που χορηγούσαν τα κράτη μέλη ανά φορτίο είχε διαγραφεί από τις διατάξεις του βασικού κανονισμού και τελεί πλέον υπό καθεστώς σταδιακής κατάργησης.

Το 2014 εκδόθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή η πρόταση 2014/0100 (COD) για τη σύνταξη νέου κανονισμού σχετικά με τη βιολογική παραγωγή και την επισήμανση των βιολογικών προϊόντων. Η πρόταση αυτή εκδόθηκε αφού εξετάστηκαν τα αποτελέσματα της εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007. Η επανεξέταση της νομοθεσίας σχετικά με τη βιολογική παραγωγή αποτελεί μέρος του προγράμματος που εφαρμόζει η Επιτροπή για τη βελτίωση της καταλληλότητας και της αποδοτικότητας του κανονιστικού πλαισίου.

Στο άρθρο 4 της ανωτέρω πρότασης κανονισμού αναφέρονται οι γενικές αρχές της βιολογικής παραγωγής:

- α) σεβασμός προς τα συστήματα και τους κύκλους της φύσης και διατήρηση και βελτίωση της κατάστασης του εδάφους, του νερού, του αέρα και της βιοποικιλότητας, της υγείας των φυτών και των ζώων και της ισορροπίας μεταξύ αυτών
- β) συμβολή σε υψηλό επίπεδο βιοποικιλότητας
- γ) υπεύθυνη χρήση των ενεργειακών και των φυσικών πόρων, όπως το νερό, το έδαφος, οι οργανικές ύλες και ο ατμοσφαιρικός αέρας
- δ) τήρηση υψηλού επιπέδου προτύπων μεταχείρισης των ζώων και, ειδικότερα, ικανοποίηση των ιδιαίτερων αναγκών συμπεριφοράς των διαφόρων ειδών ζώων
- ε) κατάλληλος σχεδιασμός και διαχείριση των βιολογικών διεργασιών βάσει οικολογικών συστημάτων που χρησιμοποιούν φυσικούς πόρους στο εσωτερικό του συστήματος με μεθόδους που:
- i) χρησιμοποιούν ζώντες οργανισμούς και μηχανικές μεθόδους παραγωγής·

- ii) αφορούν εδαφικές φυτοκαλλιέργειες και ζωική παραγωγή ή πρακτική ιχθυοκαλλιέργειας η οποία είναι σύμφωνη με την αρχή της αειφόρου εκμετάλλευσης της αλιείας
- iii) αποκλείουν τη χρήση ΓΤΟ και προϊόντων που παράγονται από ή με ΓΤΟ εξαιρουμένων των κτηνιατρικών φαρμακευτικών προϊόντων
- iv) βασίζονται στη χρήση προληπτικών μέτρων, εφόσον απαιτείται
- στ) περιορισμός της χρήσης εξωτερικών εισροών. Όταν οι εξωτερικές εισροές είναι απαραίτητες, ή ελλείψει των κατάλληλων πρακτικών και μεθόδων διαχείρισης που αναφέρονται στο στοιχείο
- ε) οι εισροές αυτές περιορίζονται σε:
 - i) εισροές βιολογικής παραγωγής
 - ii) φυσικές ουσίες ή ουσίες που παράγονται με φυσικό τρόπο
 - iii) ανόργανα λιπάσματα χαμηλής διαλυτότητας
- ζ) όπου συντρέχει περίπτωση, προσαρμογή, στο πλαίσιο του παρόντος κανονισμού, της διαδικασίας παραγωγής λαμβάνοντας υπόψη την υγειονομική κατάσταση, τις περιφερειακές διαφορές οικολογικής ισορροπίας, κλιματικές διαφορές και τις τοπικές συνθήκες, τα στάδια ανάπτυξης και τις ειδικές κτηνοτροφικές πρακτικές.

Σε κάθε χώρα σε εναρμόνιση με τους κανονισμούς της ευρωπαϊκής ένωσης, έχει θεσπιστεί το κατάλληλο νομοθετικό πλαίσιο που εφαρμόζεται τόσο στον πρωτογενή όσο και στο δευτερογενή τομέα, με σκοπό να διασφαλιστεί η τήρηση των δεσμεύσεων της νομοθεσίας που διέπει την βιολογική παραγωγή φυτικών και ζωικών προϊόντων, τη μεταποίηση, επισημάνση και την εμπορία τους.

Όσοι λοιπόν ασχολούνται με την παραγωγή, την τυποποίηση, τη μεταποίηση ή και την εμπορία των βιολογικών προϊόντων, μετά από την διαδικασία του ελέγχου, μπορούν να αποκτήσουν την επίσημη αναγνώριση / πιστοποίηση ότι τήρησαν τις δεσμεύσεις της ισχύουσας νομοθεσίας που διέπει τα προϊόντα αυτά.

Στην Ελλάδα για το σκοπό αυτό - δηλαδή τον έλεγχο, αξιολόγηση και πιστοποίηση των διαδικασιών παραγωγής, παρασκευής και εισαγωγής προϊόντων βιολογικής γεωργίας - έχουν συσταθεί οι Οργανισμοί Ελέγχου και Πιστοποίησης, οι οποίοι είναι αυτοί που κρίνουν κατά πόσο πληρούνται οι απαιτήσεις της ισχύουσας Εθνικής και Κοινοτικής Νομοθεσίας.

Οι Οργανισμοί αυτοί, για τη λειτουργία τους θα πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις της νομοθεσίας η οποία, μεταξύ άλλων, απαιτεί τη διαπίστευση από το Εθνικό Συμβούλιο Διαπίστευσης (ΕΣΥΔ) σύμφωνα με το του πρότυπο ΕΛΟΤ EN 45011 καθώς και την έγκριση από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων. Ως Αρχή Ελέγχου έχει ορισθεί ο Οργανισμός Πιστοποίησης & Επίβλεψης Γεωργικών Προϊόντων, (Ο.Π.Ε.ΓΕ.Π. – AgroCert), ενώ η Δ/ση Βιολογικής Γεωργίας του ΥΠΑΑΤ ασκεί την εποπτεία του συστήματος ελέγχου.

Τα προϊόντα βιολογικής γεωργίας, φέρουν ειδική σήμανση, σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Νομοθεσία, στην οποία γίνεται αναφορά στο βιολογικό τρόπο παραγωγής τους. Το Σήμα Συμμόρφωσης με τις απαιτήσεις των Κανονισμών 834/2007/EK και 889/2008/EK, τοποθετείται μόνο σε πιστοποιημένα προϊόντα και μπορεί να χρησιμοποιείται, σε οποιαδήποτε προβολή του παραγωγού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο : ΑΡΩΜΑΤΙΚΑ ΦΥΤΑ

Με τον όρο αρωματικά φυτά χαρακτηρίζονται τα φυτά που παράγουν αιθέρια έλαια. Σε όλο τον κόσμο μέχρι σήμερα έχουν καταγραφεί περίπου 2.000 φυτικά είδη τα οποία παράγουν αιθέρια έλαια και τα οποία κατατάσσονται σε 60 οικογένειες. Στην κατηγορία των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών (Α.Φ.Φ.) περιλαμβάνονται και άλλα φυτά (π.χ. κρίκος, βαλεριάνα κ.α.) τα οποία δεν παράγουν αιθέρια έλαια, αλλά χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή διαφόρων άλλων ουσιών, όπως χρωστικές ή αλκαλοειδείς ουσίες.

Τα διάφορα αρωματικά φυτά παρουσιάζουν διαφορετικές εδαφοκλιματικές απαιτήσεις και παρόλο που διαφέρουν σημαντικά όσον αφορά τις απαιτήσεις τους σε νερό, από τα πλέον απαιτητικά (βασιλικός, μέντα), μέχρι τα πλέον ξηρομορφικά (τσάι του βουνού, φασκόμηλο), τα περισσότερα είναι προσαρμοσμένα σε ξηροθερμικές συνθήκες, οι οποίες μάλιστα θεωρείται ότι αυξάνουν την παραγωγή των αιθέριων ελαίων και βελτιώνουν την ποιότητά τους.

Τα υπέργεια όργανα των φυτών παράγουν διαφορετικής σύστασης και ποσότητας αιθέριων ελαίων. Τα άνθη κατά κανόνα παράγουν τις μεγαλύτερες ποσότητες και ακολουθούνται από τα φύλλα και τους βλαστούς (Werker *et al.* 1985). Επίσης έχει παρατηρηθεί και εποχιακή διακύμανση στις ποσότητες των παραγόμενων αιθέριων ελαίων, με τα φυτά να παρουσιάζουν μεγαλύτερη απόδοση κατά τόπους καλοκαιρινούς μήνες απ' ό,τι την άνοιξη και το χειμώνα (Putievsky *et al.* 1986, Kokkini *et al.* 1997). Σημαντικό ρόλο παίζει επιπλέον και το υψόμετρο. Στα χαμηλά υψόμετρα τα φυτά έχουν συνήθως μεγαλύτερη περιεκτικότητα απ' ό,τι στα υψηλότερα (Kokkini *et al.* 1989, Kofidis *et al.* 2003). Στις περιπτώσεις αυτές σημαντικός είναι ο ρόλος της θερμοκρασίας και της UVB ακτινοβολίας (Fahlen *et al.* 1997, Ioannidis *et al.* 2002). Επίσης η διάρκεια αλλά και η ένταση του φωτός επηρεάζει αυξητικά την παραγωγή των αιθέριων ελαίων (Yamaura *et al.* 1989).

Τα αδενικά τριχίδια είναι εξειδικευμένα ιστολογικά τμήματα του φυτού και έχουν ως ρόλο τη βιοσύνθεση και έκκριση προϊόντων δευτερογενούς μεταβολισμού. Τέτοια είναι και τα αιθέρια έλαια των αρωματικών φυτών. Αδένες έχουν επίσης και τα

μελισσοκομικά φυτά, τα αλόφυτα, τα κωνοφόρα και τα πυρηνόκαρπα όπου εκεί είναι επιφορτισμένοι με τη παραγωγή νέκταρος, NaCl, ρητίνης και κόμμεος αντίστοιχα. Τα αιθέρια έλαια αποτελούν μείγμα ουσιών που παράγεται στις αδενώδεις τρίχες των φυτών και λαμβάνονται από αυτό σε πολύ συμπυκνωμένη μορφή. Κάθε αιθέριο έλαιο έχει χαρακτηριστική οσμή και ξεχωριστές ιδιότητες, που οφείλονται στα συστατικά του (Πολυσίου, 2002). Αυτά αποτελούν δευτερογενή παράγωγα του μεταβολισμού και μέχρι τώρα δεν έχει δοθεί κάποια ικανοποιητική εξήγηση σχετικά με το ρόλο τους στο φυτό, αν και έχουν διατυπωθεί κάποιες ερμηνείες.

Σύμφωνα με αυτές τα αιθέρια έλαια πιθανόν να χρησιμεύουν για την προστασία του φυτού από υψηλή είτε χαμηλή θερμοκρασία, ή την αντοχή στην ξηρασία, ή τη ρύθμιση του μεταβολισμού των φυτών, ή την προσέλκυση επικονιαστών, ή την προστασία απέναντι σε διάφορους οργανισμούς, ή για την επίδραση στη βλάστηση και εδραίωση άλλων φυτών γύρω τους, ή ως αντίδραση στο ηλιακό φως, ή δρουν ως ορμόνες, που προάγουν διάφορες λειτουργίες στο φυτό (Σωτηροπούλου, 2008).

Από όλες αυτές τις θεωρίες καμιά δε δίνει σαφή απάντηση για το ρόλο που διαδραματίζουν τα αιθέρια έλαια στα φυτά. Πιθανόν ο ρόλος τους να είναι ο συνδυασμός αυτών που αναφέρθηκαν πιο πάνω (Σκρουμπής, 1985).

Η παραλαβή των αιθέριων ελαίων μπορεί να γίνει με απόσταξη ή με εκχύλιση. Ανάλογα με τον τρόπο που γίνεται η απόσταξη διακρίνεται στα παρακάτω τρία είδη:

α) Υδρο-απόσταξη ή απόσταξη με νερό και αιθανόλη. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιούταν πολύ στο παρελθόν, αλλά η εφαρμογή της έχει περιοριστεί λόγω των πολλών μειονεκτημάτων της. Το βασικό μειονέκτημα είναι η υποβάθμιση της ποιότητας του αιθέριου ελαίου, λόγω της ανάμειξης του φυτικού υλικού με το νερό στον άμβυκα και τις υψηλές θερμοκρασίες που χρειάζονται για να διευκολυνθεί η υδρόλυση (Καταξάκη Δ., 2000).

β) Υδρο-ατμο-απόσταξη ή απόσταξη με νερό και ατμό. Πλεονεκτεί έναντι της προηγούμενης μεθόδου γιατί το φυτικό υλικό όπου αποστάζεται στον άμβυκα δεν έρχεται σε άμεση επαφή με το νερό. Αντίθετα τοποθετείται σε ένα πλέγμα το οποίο βρίσκεται λίγο πάνω από το νερό. Οι υδρατμοί που παράγονται λόγω των υψηλών

θερμοκρασιών, «παρασέρνουν» μέσω της εξάχνωσης τα συστατικά των αιθέριων ελαίων των Αρωματικών Φαρμακευτικών Φυτών όπου και συλλέγονται (Καταξάκη Δ., 2000).

γ) Απόσταξη με υδρατμούς. Αποτελεί την σύγχρονη και διαδεδομένη μέθοδο κατά την οποία δεν υπάρχει νερό στον πυθμένα ούτως ώστε μέσω της θέρμανσης να παραχθούν υδρατμοί, αλλά μέσω ενός ειδικού ατμολέβητα ή ατμογεννήτριας εισάγεται ο ατμός στο προς απόσταξη φυτικό υλικό. Συνήθως η πίεση με την οποία εισέρχεται ο ατμός στο άμβυκα είναι μεγαλύτερη από την ατμοσφαιρική πίεση (Καταξάκη Δ., 2000).

Η εκχύλιση θεωρείται ηπιότερη μέθοδος παραλαβής αιθέριων ελαίων σε σχέση με την απόσταξη, και εφαρμόζεται για τα πλέον φυτικά τμήματα (άνθη ή άλλα τμήματα ευαίσθητα στην απόσταξη). Η εκχύλιση ανάλογα με το εκχυλιστικό υλικό που χρησιμοποιείται διακρίνεται στις εξής:

α) Εκχύλιση με πτητικούς διαλύτες: Είναι η πιο εύχρηστη μέθοδος και χρησιμοποιείται για την παραλαβή των αιθέριων ελαίων από άνθη. Ως πτητικός διαλύτης συνήθως χρησιμοποιείται η αιθυλική αλκοόλη, και το προϊόν που λαμβάνεται μετά την αφαίρεση του πτητικού διαλύτη λέγεται σύγκριμα ή κονκρέτα. Αυτό περιέχει πέραν του αιθέριου ελαίου και διάφορες άλλες ουσίες όπως χρωστικές, κηρούς και άλλες. Προκειμένου λοιπόν να ληφθεί το τελικό καθαρό προϊόν χρησιμοποιείται αλκοόλη όπου με ειδική επεξεργασία αφαιρούνται οι παραπάνω ουσίες και μένει μόνο το αιθέριο έλαιο (Δαφερέρα Δ., 2003).

β) Εκχύλιση με ψυχρό λίπος: Βασίζεται στην ιδιότητα του λίπους να απορροφά τις πτητικές ουσίες που έρχονται σε επαφή μαζί του. Το λίπος που χρησιμοποιείται πρέπει να είναι ημίσκληρο και καθαρό, ενώ ως φυτικό υλικό χρησιμοποιούνται άνθη που συνεχίζουν να παράγουν και να διασκορπίζουν το άρωμά τους. Μετά την εκχύλιση που διαρκεί 24-30 ώρες, η πομάδα (λίπος και αιθέριο έλαιο) κατεργάζεται με αλκοόλη, όπου έπειτα παραλαμβάνεται καθαρό το αιθέριο έλαιο (Δαφερέρα Δ., 2003).

γ) Εκχύλιση με θερμό λίπος: Σε αυτή τη μέθοδο εφαρμόζεται θερμό λίπος, αντί για ψυχρό και εφαρμόζεται για την παραλαβή αιθέριων ελαίων από άνθη τα οποία δεν συνεχίζουν τη παραγωγή και διάχυση στο περιβάλλον του αρώματός τους. Το λίπος με τα άνθη τοποθετούνται σε δοχεία γύρω στους 80°C. Όταν το λίπος κορεσθεί με το

αιθέριο έλαιο, με ειδική κατεργασία (με αλκοόλη) λαμβάνεται το καθαρό αιθέριο έλαιο (Δαφερέρα Δ., 2003).

δ) Εκχύλιση με υδρόφιλους διαλύτες: Μέσω υδατοδιαλυτών διαλυτών (αιθυλενογλυκόλη, προπυλενογλυκόλη) οι οποίοι χρησιμοποιούνται ως εκχυλιστικά μέσα είτε μόνοι τους είτε σε ανάμειξη με νερό παραλαμβάνονται περισσότερα συστατικά φυσικών προϊόντων, τα οποία αξιοποιούνται αναλόγως στον παραπάνω κλάδο (Δαφερέρα Δ., 2003).

Η ποιότητα των αιθέριων ελαίων εξαρτάται από διάφορες φυσικές σταθερές (ειδικό βάρος, δείκτης διαθλάσεως, στροφική ικανότητα κλπ.) και κυρίως από τη χημική τους σύσταση. Οι οξυγονούχες ουσίες που υπάρχουν στα αιθέρια έλαια είναι οι κύριοι συντελεστές του αρώματός τους, οι οποίες δεν οξειδώνονται και δεν ρητινοποιούνται εύκολα, σε αντίθεση με τα τερπένια (υδρογονάνθρακες) των οποίων ως ακόρεστες ενώσεις η οξείδωση και ρητινοποίηση είναι εύκολη, με την επίδραση του αέρα και του φωτός. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας των αιθέριων ελαίων. Για τον λόγο αυτό κυκλοφορούν στο εμπόριο αιθέρια έλαια από τα οποία έχει απομακρυνθεί μέρος ή όλα τα τερπένια. (Δαφερέρα Δ., 2003). Ο ποσοτικός προσδιορισμός των περιεχόμενων δραστικών γίνεται με Αέρια Χρωματογραφία (GC) ή Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Απόδοσης (HPLC) ή και με συνδυασμό των παραπάνω μεθόδων με τη φασματομετρία μαζών (MS).

Τα αρωματικά φυτά αποτελούσαν από την αρχαιότητα σημαντικό κομμάτι του παγκόσμιου εμπορίου αποδίδοντας σημαντικά οικονομικά οφέλη. Αργότερα η χρήση τους περιορίστηκε σημαντικά εξαιτίας της παρασκευής συνθετικών χημικών ουσιών. Στη σύγχρονη εποχή που ο εξορθολογισμός της γεωργίας αποτελεί επιτακτική ανάγκη, με τη μειωμένη χρήση συνθετικών σκευασμάτων και τον περιορισμό της εφαρμογής χημικών προσθέτων στα τρόφιμα, η καλλιέργεια των αρωματικών φυτών κερδίζει συνεχώς έδαφος.

Τα φυτά, ανάλογα με τα αιθέρια έλαια που περιέχουν, η χημική σύσταση των οποίων καθορίζει και τη χρήση τους, χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο από τις

βιομηχανίες τροφίμων, ποτών, καλλυντικών και φαρμάκων για την κατασκευή των προϊόντων τους.

Από την εποχή του Ιπποκράτη ήταν γνωστές οι ευεργετικές επιδράσεις των αρωματικών φυτών στην υγεία του ανθρώπου και χρησιμοποιούνταν για διάφορους θεραπευτικούς σκοπούς. Αναφέρεται για παράδειγμα ότι ο γλυκάνισος σταματούσε το φτάρνισμα, το θυμάρι ήταν αποχρεμπτικό, η μαντζουράνα και το θρούμπι περιόριζαν την έκκριση χολής, η μέντα σταματούσε τον εμετό κ.α.

Σήμερα τα αρωματικά φυτά χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία τροφίμων ως βελτιωτικά γεύσης (μπαχαρικά), αλλά και ως αφεψήματα, στη βιομηχανία φαρμάκων και καλλυντικών. Επίσης χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα ως μελισσοτροφικά φυτά (θυμάρι, θρούμπι), αλλά και ως καλλωπιστικά.

Η χώρα μας καθίσταται ιδανική για την εξάπλωση των καλλιεργειών των πιο γνωστών ειδών των Α.Φ.Φ. που παρουσιάζουν εμπορικό ενδιαφέρον επειδή:

- Επικρατούν άριστες εδαφοκλιματικές συνθήκες.
- Αξιοποιούνται πολλές κατηγορίες εδαφών (φτωχά, υποβαθμισμένα) καθώς και εδάφη ορεινών και ημιορεινών περιοχών.
- Οι απαιτήσεις σε φάρμακα και λιπάσματα είναι μικρές.
- Η καλλιέργεια ή η βιοκαλλιέργεια τους είναι εύκολη γιατί προσβάλλονται δύσκολα από εχθρούς και ασθένειες.
- Οι απαιτήσεις σε εργατικά χέρια είναι μικρές.
- Υπάρχει αυξανόμενη ζήτηση.

Οι ανάγκες για εγχώρια κατανάλωση εξασφαλιζόνταν αρχικά από τη συλλογή της αυτοφυούς χλωρίδας και οι εισαγωγές αφορούσαν σε μη ενδημικά είδη. Αυτό εξηγεί και τη μικρή ανάπτυξη των καλλιεργούμενων ειδών Α.Φ.Φ. κατά το παρελθόν. Ενδεικτικά στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι καλλιεργούμενες εκτάσεις καθώς και τα οικονομικά στοιχεία ορισμένων εξ αυτών για το έτος 2000.

Πίνακας 1. Οικονομικά στοιχεία καλλιέργειας αρωματικών και
φαρμακευτικών φυτών (πηγή ANKO, 2000)

Είδος Φυτού	Απόδοση Kg/στρ.	Τιμή €/Kg	Σύνολο €/στρ.
Βασιλικός	437	2,64	1153,68
Γλυκάνισο	87	1,17	101,79
Δίκταμο	366	5,87	2148,42
Δυόσμος	738	3,52	2597,76
Κορίανδρος	75	3,23	242,25
Κύμινο	29	8,22	238,38
Λεβάντα	120	4,99	598,80
Λυκίσκος	500	5,87	2935,00
Μάραθο	100	1,17	117,00
Μελισσόχορτο	350	2,05	717,50
Μέντα	220	1,47	323,40
Ρίγανη	136	2,64	359,04
Χαμομήλι	123	2,93	360,39
Τσάι βουνού	84	4,11	345,24

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια αναζωπύρωση του ενδιαφέροντος για τοπικές και παραδοσιακές καλλιέργειες, μεταξύ των οποίων και των Α.Φ.Φ. λόγω και των αναδιαρθρώσεων της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (Κ.Α.Π.), όπως αποδίδεται και από τα παρακάτω στοιχεία.

Στην Ελλάδα από την αρχαιότητα ακόμη γινόταν εμπορία των Αρωματικών Φαρμακευτικών Φυτών. Λόγω των ευνοϊκών κλιματικών συνθηκών που επικρατούν

στην χώρα μας μπορούμε να κάνουμε παραγωγές εξαιρετικής ποιότητας, πράγμα που σημαίνει συνεπώς και προϊόντα υψηλής οικονομικής αξίας. Η χλωρίδα της χώρας μας είναι πολύ πλούσια σε αυτά τα είδη (Αρωματικά Φαρμακευτικά Φυτά), σε τέτοιο βαθμό που μερικά από αυτά εκφύονται μόνο στον Ελλαδικό χώρο. Ευδοκιμούν περισσότερα από 112 είδη εκ των οποίων τα 68 χαρακτηρίζονται ως μελισσοτροφικά. Τα κυριότερα εμπορικά αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά στην Ελλάδα είναι: το τσάι του βουνού, το φασκόμηλο, η ρίγανη, το γλυκάνισο, ο βασιλικός, το μάραθο, το χαμομήλι, η δάφνη, η μέντα, ο δυόσμος, το κόλιανδρο, το κύμινο, η λεβάντα, το μελισσόχορτο και τέλος τα τυπικά προϊόντα κάποιων περιοχών της Ελλάδας όπως η μαστίχα της Χίου, ο κρόκος της Κοζάνης και ο δίκταμος της Κρήτης. Ο κρόκος της Κοζάνης και η μαστίχα της Χίου είναι τα μόνα αρωματικά φυτά για τα οποία υπάρχει ιδιαίτερα οργανωμένη παραγωγή, επεξεργασία, τυποποίηση και εμπορία στο πλαίσιο της δραστηριότητας του Αναγκαστικού Συνεταιρισμού Κροκοπαραγωγών Κοζάνης και της Ένωσης Μαστιχοπαραγωγών Χίου (προϊόντα που έχει κατοχυρωθεί η Ελληνική προέλευση τους).

Βάσει των δηλώσεων του ΟΣΔΕ (Ολοκληρωμένο Σύστημα Διαχείρισης και Ελέγχου), για το έτος 2010 οι καλλιεργούμενες εκτάσεις Α.Φ.Φ. στη χώρα μας ανέρχονταν σε 32.000 στρέμματα (στρ.), ενώ για το έτος 2014 οι καλλιεργούμενες εκτάσεις των Α.Φ.Φ. μειώθηκαν σε 29.000. Την μεγαλύτερη έκταση, περίπου 11.000 στρ., καταλαμβάνει η καλλιέργεια της ρίγανης. Σε αρκετά μικρότερες εκτάσεις καλλιεργούνται η λεβάντα, το τσάι του βουνού, ο κρόκος, ενώ σε πολύ μικρότερο ποσοστό καλλιεργούνται το φασκόμηλο, το μελισσόχορτο, ο δυόσμος, το χαμομήλι κ.α.

Για το έτος 2017 οι εκτάσεις που καταλάμβαναν τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά ανήλθαν σε 110.528,2 στρ., με τη ρίγανη να συνεχίζει να κυριαρχεί καταλαμβάνοντας έκταση 29.619 στρεμμάτων.

Η καλλιέργεια του βασιλικού καταλάμβανε έκταση 1.113 στρεμμάτων (κυρίως στη Χαλκιδική με έκταση περίπου 1.000 στρ.), και με την συνολική παραγωγή να ανέρχεται σε 281 τόνους. Οι εκτάσεις καλλιεργούμενων Α.Φ.Φ. σε μεταβατικό στάδιο ένταξης ήταν 11.679,4 στέμματα και σε βιολογικό στάδιο 9.269,8 στρέμματα (σύνολο 20.949,2 στρέμματα). (Υπ.Α.Α.Τ. Δ/ση Αγροτικής Πολιτικής & Τεκμηρίωσης Τμήμα Αγροτικής Στατιστικής).

Οι κυριότερες χώρες προορισμού των ελληνικών εξαγωγών είναι η Κύπρος (γλυκάνισο, μάραθο, κορίανδρος), η Αλβανία (κορίανδρος, θυμάρι), η Βουλγαρία (κύμινο), η Ισπανία, η Ιταλία (κρόκος), οι Φιλιππίνες (δάφνη), οι ΗΠΑ (ρίγανη) και η Γερμανία (ρίγανη, φασκόμηλο).

Αντίστοιχα οι κυριότερες χώρες προέλευσης των ελληνικών εισαγωγών είναι η Τουρκία (γλυκάνισο, μάραθο, θυμάρι, δάφνη, ρίγανη), η Βουλγαρία (κορίανδρος, ρίγανη), η Συρία, η Ινδία (κύμινο), η Αλβανία (ρίγανη, θυμάρι), η Αυστρία και η Ισπανία (κρόκος). Ο κλάδος των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών δεν αποτελεί σημαντικό κομμάτι του ελληνικού εξωτερικού εμπορίου, καθώς καλύπτει το μόλις το 0,01 % της αξίας των συνολικών εξαγωγών αλλά και των εισαγωγών της χώρας για την περίοδο 2000-2004 (Πολύσιου Μ., 2002).

Το κύριο εξαγωγίμο προϊόν είναι ο κρόκος με ποσοστό συμμετοχής 51% επί του συνόλου της αξίας των εξαγωγίμων προϊόντων, ακολουθούν η ρίγανη με ποσοστό 19% (μεγάλη ζήτηση παρουσιάζει τα τελευταία χρόνια το ριγανέλαιο), ο γλυκάνισος, η δάφνη και το φασκόμηλο με ποσοστό 1% αντίστοιχα.. Επί του συνόλου της αξίας των εισαγωγών η ρίγανη αποτελεί το 22%, ο μάραθος το 11%, το κύμινο το 9%, ο γλυκάνισος το 8%, ο κρόκος το 4% και το θυμάρι, η δάφνη, το αιθέριο έλαιο λεβάντας και ο κορίανδρος το 1%.

Πρέπει να τονισθεί ότι η αξία των εξαγόμενων αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών είναι κατά πολύ υψηλότερη των αντίστοιχων εισαγωγών, γεγονός που επιβεβαιώνει την ποιοτική ανωτερότητα των εγχώριων προϊόντων παρόλο που οι καλλιεργούμενες εκτάσεις είναι μικρές (Δεφερέρα Δ., 2003).

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά παράγονται στις 16 από τις 25 χώρες και συνολικά ευδοκιμούν 200 είδη. Η Ευρωπαϊκή Ένωση θεωρείται ως η μεγαλύτερη αγορά αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στον κόσμο από άποψη οργανωμένης εμπορικής δομής, ενώ Κίνα και Ινδία αποτελούν τις μεγαλύτερες αγορές από άποψη ποσότητας παραγωγής, παρόλο που σημαντικό μέρος του εμπορίου τους είναι άτυπο και μη εμπορευματοποιημένο. Εκτός από την παραγωγή και εμπορία ακατέργαστων αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών σημαντικός είναι ο ρόλος της

Ευρωπαϊκής Ένωσης στην παραγωγή και εμπορία φυτικών αποσταγμάτων δηλαδή αιθέριων ελαίων. Εκτιμάται ότι ο συνολικός κύκλος εργασιών τους ξεπερνά τα 700 εκατ. δολάρια και ότι περισσότερο από 30% της αξίας των πωλήσεών τους προέρχεται από εξαγωγές σε τρίτες χώρες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο : ΒΑΣΙΛΙΚΟΣ

Ο βασιλικός αποτελεί ένα από τα βασικότερα χρηστικά αρωματικά φυτά. Οι χρήσεις του είναι πολλές, καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φρέσκο φυτό, ως αιθέριο έλαιο κλπ. Ως αρωματικό φυτό έχει την τάση να συσσωρεύει αντιοξειδωτικά, τα οποία είναι εξαιρετικά ωφέλιμα για την υγεία και τα οποία βοηθούν να μην οξειδώνονται οι βιταμίνες, τα έλαια κλπ. από τον ανθρώπινο οργανισμό και τέλος καταπολεμούν τις ελεύθερες ρίζες. Ο βασιλικός, *Ocimum basilicum* L, ανήκει στην οικογένεια των αρωματικών *Lamiaceae* (*Labiatae*), τάξη *Lamiales*. Στην επιστήμη της φαρμακευτικής τον συναντάμε με το όνομα *Herba Basilici*. Γνωστός από την αρχαιότητα, θεωρείται ότι κατάγεται από την τροπική και υποτροπική ζώνη της Αφρικής και της Ασίας και ως πρώτο κέντρο εξάπλωσης θεωρείται η Ινδία. Από εκεί εξαπλώθηκε στη Μικρά Ασία, στην Ελλάδα και στην υπόλοιπη Ευρώπη. Στη Βόρειο Αμερική εμφανίστηκε περί το 1620 μέσω των πρώτων ευρωπαίων αποίκων (Bonar, 1985). Το όνομα του προέρχεται είτε από το την ελληνική λέξη βασιλικός ή από τη λατινική *basiliscus*. Ο βασιλικός είναι συνδεδεμένος με πολλά τελετουργικά και δοξασίες. Στην Ινδία θεωρείται ιερό φυτό και τοποθετείται στα ρούχα των νεκρών. Οι Αιγύπτιοι χρησιμοποιούσαν τα βασιλικό μαζί με άλλα φυτά στις ταριχεύσεις και οι Γαλάτες μαζί με νερό σε τελετές εξαγνισμού. Στη ορθόδοξη εκκλησία θεωρείται ευλογημένο φυτό καθώς όπως αναφέρεται από την Ιερή παράδοση ο Τίμιος Σταυρός ανακαλύφθηκε από την Αγία Ελένη λόγω του αρώματος του βασιλικού, για αυτό ονομάζεται και σταυρολούλουδο και χρησιμοποιείται στον αγιασμό.

Το όνομα *Ocimum* χρησιμοποιήθηκε για το βασιλικό πρώτη φορά το 300 π.Χ. από το Θεόφραστο (Brown, 1995). Το γένος *Ocimum* περιλαμβάνει πάνω από 50 είδη. Από αυτά, το είδος *Ocimum basilicum* παρουσιάζει παγκόσμια εξάπλωση και είναι εξαιρετικά επικερδές. Είναι ένα φυτό που σταυρογονιμοποιείται εύκολα και παρουσιάζει πολλά και διαφορετικά μορφολογικά χαρακτηριστικά, όπως το μέγεθος, το χρώμα και την υφή των φύλλων, το χρώμα της ταξιανθίας, αλλά και τη χημική σύσταση των αιθέριων ελαίων. Υπάρχουν πολλά υποείδη, ποικιλίες (παραπάνω από 60) και τύποι που παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλομορφία στο χρώμα των φύλλων, στο σχήμα των φύλλων κλπ.

Ο Βασιλικός έχει βλαστό λείο ή ελαφρώς χνουδωτό, πολύκλαδο με ύψος που κυμαίνεται από 20 έως 80 cm. Η ανάπτυξη του κατά πλάτος είναι σχεδόν όση και στο ύψος. Έχει όρθια ανάπτυξη, αλλά με τα κατάλληλα κορφολογήματα μπορεί να πάρει σφαιρικό σχήμα.

Τα φύλλα είναι στιλπνά, αντίθετα, έμισχα, ωοειδή, ακέραια ή ελαφρώς οδοντωτά, χρώματος πράσινου και σε κάποιες ποικιλίες μωβ. Ποικίλλει όσον αφορά στο μέγεθος των φύλλων (μικρόφυλλος, πλατύφυλλος, αραιόφυλλος, συμπαγής) και λόγω των εύκολων διασταυρώσεων μεταξύ των ποικιλιών.

Τα άνθη του είναι μικρά, λευκού, ρόδινου ή μωβ χρώματος τα οποία εμφανίζονται κατά σπονδύλους σχηματίζοντας επάκριους στάχεις.

Ο καρπός είναι με τέσσερα μονόσπερμα κάρυα. Η περίοδος άνθησης κλιμακώνεται στις περισσότερες ποικιλίες από το καλοκαίρι μέχρι τον Σεπτέμβριο (Σαρλής, 1991; Σκρουμπής, 1998; Κανταρτζής, 2003; Καρράς & Καρρά, 2006).

Καλλιεργείται και ευδοκimeί σε περιοχές με εύκρατο κλίμα, ήπιο και βραχύ χειμώνα και δροσερό καλοκαίρι. Ο βασιλικός απαιτεί υψηλές θερμοκρασίες ανάπτυξης, με άριστη τους 25°C. Σε θερμοκρασίες χαμηλότερες των 7°C, και κυρίως σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης οι ζημιές που παθαίνει είναι μη αντιστρεπτές. Καλλιεργείται σε εδάφη πλούσια, ελαφρά, με pH που μπορεί κυμανθεί από 4,5-8,2 (με άριστη τιμή την 6,4), θερμά ηλιαζόμενα, ποτιστικά και καλά αποστραγγιζόμενα. Έχει υψηλές απαιτήσεις σε νερό ιδιαίτερα τις ζεστές ημέρες του καλοκαιριού αλλά χρειάζεται προσοχή στο υπερβολικό πότισμα (Sullivan, 2009). Κατά το πότισμα θα πρέπει να αποφεύγεται η διαβροχή των φύλλων του βασιλικού, επομένως καταλληλότερη μέθοδος ποτίσματος είναι η στάγδην άρδευση και δευτερευόντως το πότισμα με αυλάκια. Οι μικρόφυλλες ποικιλίες προτιμούν ηλιόλουστα εδάφη, ενώ αυτές με μεγάλα φύλλα προτιμούν τα ημισκιερά. Ακόμα και οι μικρόφυλλοι βασιλικοί το καλοκαίρι σε τοποθεσίες με έντονη ηλιοφάνεια και ζέστη προτιμούν ημισκιερές θέσεις (Σαρλής, 1991, Σκρουμπής, 1998, Κανταρτζής, 2003, Καρράς & Καρρά, 2006 όπως αναφέρεται από Παπαδημητρίου, 2013).

Ο βασιλικός μπορεί να πολλαπλασιαστεί με θερινά μοσχεύματα. Τμήματα τρυφερών βλαστών τοποθετούνται σε νερό με θερμοκρασία 20-25°C και διάχυτο φως τα οποία ριζοβολούν σε διάστημα δύο εβδομάδων. Για εμπορικούς σκοπούς, ο πολλαπλασιασμός γίνεται με σπόρο ο οποίος πρέπει να προέρχεται από αμιγείς ποικιλίες απομονωμένων καλλιεργειών για την αποφυγή σταυρογονιμοποιήσεων και τη διασφάλιση της καθαρότητας της ποικιλίας που πρόκειται να καλλιεργηθεί. Η σπορά γίνεται σε σπορείο νωρίς την άνοιξη μετά την περίοδο των παγετών. Σπορά μπορεί να γίνει και απευθείας στον αγρό, ή σε κυψελωτούς δίσκους με ένα σπόρο ανά κυψελίδα. Το φύτευμα επιτυγχάνεται σε 8 έως 10 ημέρες, ανάλογα με τη θερμοκρασία. Ποσότητα σπόρου 30-50 gr καλύπτει έκταση 10 m² περίπου του σπορείου, από την οποία λαμβάνονται φυτάρια.

Για την κάλυψη ενός στρέμματος φυτείας η απαιτούμενη έκταση του σπορείου είναι 6-7 m². για την παραγωγή γυμνόριζων φυταρίων, και απαιτούνται 3gr σπόρου για κάθε m². Όταν τα φυτάρια αποκτήσουν το κατάλληλο ύψος μεταφυτεύονται είτε ως γυμνόριζα είτε με βόλο χώματος στην περίπτωση της ανάπτυξης τους σε κυψελωτούς δίσκους.

Η μεταφύτευση γίνεται τον Απρίλιο-Μάιο σε αποστάσεις 30-40x40-50 cm, με το χέρι ή με αυτόματες μεταφυτευτικές μηχανές σε κατάλληλα προετοιμασμένο έδαφος. Πριν τη μεταφύτευση τα φυτά κορφολογούνται σε ύψος 15 cm για την ενθάρρυνση της ανάπτυξης των πλευρικών κλάδων. Ο πλατύφυλλος βασιλικός είναι από τις ποικιλίες του βασιλικού που ενώ ανθίζουν νωρίς, δεν σταματάει η ανάπτυξη τους. Εν τούτοις αναπτύσσεται καλύτερα όταν κλαδεύονται τα φυτά στην κορυφή. Αντίθετα ο λεπτόφυλλος (Greek basil) βασιλικός, ο οποίος φυσιολογικά ανθίζει πολύ όψιμα όταν καθυστερήσει η μεταφύτευση ή μείνει απότιστος ανθίζει πολύ νωρίς και τότε σταματάει η ανάπτυξή του, ακόμη και αν αφαιρέσουμε την ταξιανθία. Η πυκνότητα φύτευσης εξαρτάται από την τελική χρήση του προϊόντος αλλά και από τον διαθέσιμο εξοπλισμό. Ο αριθμός των φυτών κυμαίνεται συνήθως από 4.000-5.000 φυτά ανά στρέμμα ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να φτάσει και στα 7.000 φυτά ανά στρέμμα. Η ανάπτυξη των φυταρίων επιταχύνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας και τα ποτίσματα, ενώ μέριμνα πρέπει να δοθεί στην καταπολέμηση των ζιζανίων. Αυτή μπορεί να γίνει είτε με

μηχανικά μέσα, είτε με εδαφοκάλυψη η οποία δίνει αρκετά καλά αποτελέσματα και επίσης προσφέρει και εξοικονόμηση υγρασίας (Κουτσός, 2006). Ως υλικό εδαφοκάλυψης χρησιμοποιείται πλαστικό φιλμ ή ύφασμα, ακόμη και φυτικά υπολείμματα όπως άχυρα.

Συνήθως τα αρωματικά φυτά δεν υφίστανται σημαντικές ζημιές από ασθένειες ή και άλλους εχθρούς ειδικότερα όταν καλλιεργούνται σε μικρή έκταση. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην απωθητική δράση των αιθέριων ελαίων τους. Σε εμπορική κλίμακα όμως και κάτω από ευνοϊκές συνθήκες μπορεί να προκληθούν σημαντικές ζημιές από ορισμένες ασθένειες ή παράσιτα.

Ο βασιλικός παρουσιάζει ευαισθησία στην υπερβολική υγρασία και στο φουζάριο, το οποίο προκαλεί ξήρανση του υπέργειου τμήματος (Καρράς & Καρρά, 2006). Ως κυριότερη ασθένεια του βασιλικού αναφέρετε η αδρομύκωση που προέρχεται από μύκητα του γένους *Fusarium oxysporum f. sp. Basilicum*, ο οποίος εισέρχεται μέσω των ριζικών τριχιδίων του φυτού και αναπτύσσεται στις αγγειώδεις δεσμίδες του φυτού με τελικό αποτέλεσμα την απόφραξή τους. Εξ αιτίας της προσβολής σταματά η ανάπτυξη του φυτού επέρχεται μαρασμός τμήματος ή και ολόκληρου του φυτού. Τα σπόρια του μύκητα μεταφέρονται με τους σπόρους του φυτού. Για την καταστροφή των σπορίων του μύκητα οι σπόροι του βασιλικού εμβαπτίζονται πριν τη σπορά σε νερό θερμοκρασίας 55°C για χρονικό διάστημα είκοσι λεπτών. Όμως η μεταχείριση αυτή αφενός μειώνει τη βλαστική ικανότητα των σπόρων αλλά και δημιουργεί προβλήματα και στη σπορά καθώς οι σπόροι αποκτούν γλοιώδη υφή. Αν σε κάποιο αγρό εμφανιστούν προσβολές από αδρομυκώσεις δεν θα πρέπει να καλλιεργηθεί βασιλικός για τα επόμενα δέκα χρόνια.

Διάφορες προσβολές μυκήτων μπορεί να εμφανιστούν στο υπέργειο τμήμα του φυτού, οι οποίες με κατάλληλες καλλιεργητικές πρακτικές όπως επαρκή αερισμό της φυτείας, αποφυγή διαβροχής του φυλλώματος κατά τα ποτίσματα και εδαφοκάλυψη, μπορούν να αποφευχθούν. Ο μικρόφυλλος βασιλικός είναι περισσότερο ευαίσθητος σε σχέση με τον πλατύφυλλο σε μυκητολογικές προσβολές, λόγω του πυκνού του φυλλώματος, που δυσχεραίνει το σωστό αερισμό.

Ο βασιλικός προσβάλλεται κατά το ανθικό στάδιο από αφίδες (*Aphis sp.*, *Myzus sp.*), και το πράσινο σκουλήκι του βαμβακιού (*Helicoverpa armigera*) (Κουτσός 2006, Hiltunen, 1999).

Όσον αφορά τις ανάγκες των τριών βασικών θρεπτικών συστατικών N,P,K (άζωτο, φώσφορος, κάλιο), αυτά πρέπει να χορηγούνται σε αναλογία 1:1:1. Απαιτητική είναι η καλλιέργεια και σε μαγνήσιο. Σε έδαφος μέσης σύστασης συνήθως οι ποσότητες των ιχνοστοιχείων που υπάρχουν επαρκούν. Από τα βασικά στοιχεί αυτό που έχει τη μεγαλύτερη σημασία είναι το άζωτο. Όταν αυτό χορηγηθεί κατά τα πρώτα στάδια της βλαστικής ανάπτυξης των φυτών επιφέρει μορφολογικές και φυσιολογικές μεταβολές. Συνήθως εκτός της βασικής λίπανσης με ένα σύνθετο λίπασμα του τύπου 20-20-20, γίνεται και επιφανειακή εφαρμογή πέντε έως δέκα μονάδων αζώτου ανά στρέμμα. Σε θερμές περιοχές όπου πραγματοποιούνται 3-5 συγκομιδές ανά έτος λόγω της μεγαλύτερης βλαστικής περιόδου, η εφαρμογή επιφανειακών λιπάνσεων κρίνεται αναγκαία για την διατήρηση της ευρωστίας των φυτών και την συνέχεια της καλλιέργειας. Ήδη από το 1948 μελέτες που πραγματοποιήθηκαν στη Γερμανία αναφέρουν πως η βέλτιστη απόδοση της φυτομάζας επιτεύχθηκε με την εφαρμογή σύνθετου λιπάσματος 10.4-1.2-7.3 kg/στρ NPK. Τα καλύτερα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν όταν το μεγαλύτερο μέρος της ποσότητας του λιπάσματος χορηγήθηκε ως επιφανειακό. (Weichman, 1948).

Σε τριετή πειράματα θρέψης (1973-1975) που πραγματοποιήθηκαν στην Πολωνία, αυξανόμενες δόσεις αζωτούχου λίπανσης έως 20 kg/στρ, αύξησαν σημαντικά την ολική απόδοση ξηράς ουσίας. Χωρίς την προσθήκη αζώτου και με 6 kg P/στρ και 12 kg K/στρ), η απόδοση ξηρού βασιλικού ανά στρέμμα ήταν 227 kg. Η προσθήκη 20 kgN/στρ αύξησε την απόδοση κατά 44%, ενώ δεν παρατηρήθηκαν μεταβολές της απόδοσης με αυξημένη χορήγηση δόσεων φωσφόρου και καλίου (Czabajski, 1978). Επίσης, σύμφωνα με άλλες έρευνες, η μορφή του χορηγούμενου αζώτου (νιτρική ή αμμωνιακή) επηρεάζει τόσο την ανάπτυξη των φυτών όσο και τη σύσταση των περιεχομένων αιθέριων ελαίων (Adler *et al.* 1989).

Η τελική χρήση του προϊόντος καθορίζει τον τρόπο και το χρόνο της συγκομιδής. Για την παραλαβή αιθέριου ελαίου η συγκομιδή πρέπει να γίνεται στο στάδιο της

πλήρους άνθησης. Τα φυτά κόβονται σε ύψος 10-15cm ή συλλέγονται μόνο οι ταξιανθίες. Λόγω της γρήγορης αναβλάστησης του βασιλικού, με τον πρώτο τρόπο μπορεί να πραγματοποιηθούν μέχρι και τρεις συγκομιδές ανά έτος και μέχρι έξι όταν συλλέγονται μόνο οι ταξιανθίες των φυτών κάτι που αυξάνει και τις παραγόμενες ποσότητες ελαίου ανά στρέμμα. Όταν καλλιεργείται για ξηρά ή χλωρή δρόγη η συγκομιδή πραγματοποιείται πριν από το στάδιο της άνθησης. Η θερμοκρασία ξήρανσης του χλωρού βασιλικού πρέπει να είναι μικρότερη των 40°C. Μεγαλύτερες θερμοκρασίες επηρεάζουν αρνητικά το χρώμα της ξηράς δρόγης καθώς και την ποιότητα και ποσότητα του παραγόμενου αιθέριου ελαίου. Μετά την ξήρανση ο βασιλικός πρέπει να αποθηκεύεται σε αεροστεγείς συσκευασίες σκούρου χρώματος για την αποφυγή αλλοίωσης του χρώματος του και την υποβάθμιση της ποιότητας του προϊόντος.

Σε γόνιμα εδάφη η παραγωγή του πλατύφυλλου βασιλικού σε χλωρή δρόγη μπορεί να φτάσει και τους δύο τόνους ανά συγκομιδή, ενώ η ποσότητα μετά την ξήρανση αντιστοιχεί στο 20% αυτής

Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται ευρέως σαν γλαστρικό λόγω του αρωματικού φυλλώματος του. Διακοσμεί εξώστες, μπαλκόνια, παράθυρα, κήπους, αίθρια ή εισόδους κτιρίων. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μπορντούρες ή σε παρτέρια όπου τοποθετείται συνήθως περιφερειακά αν χρησιμοποιηθεί με άλλα φυτά τα οποία επιλέγονται με χρώματα έντονα, συμπληρωματικά του φυλλώματος του. Ενδείκνυται για εκκλησίες, μουσεία και αρχαιολογικούς χώρους (Κανταρτζής, 2003; Καρράς & Καρρά, 2006). Είναι φυτό αρωματικό, φαρμακευτικό, μελισσοτροφικό και εδωδιμο (Σκρουμπής, 1998). Τα φρέσκα φύλλα χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα στην Μεσογειακή κουζίνα αλλά και στην Ταϊλανδέζικη. Συνδυάζεται με διάφορα λαχανικά και ιδιαίτερα με τις τομάτες και τις μελιτζάνες. Χρησιμοποιείται ως βασικό συστατικό στην παρασκευή διάφορων σαλτσών όπως είναι η γνωστή Ιταλική σάλτσα πέστο. Ταιριάζει με κοτόπουλο, κρέας, ψάρι, και με διαφόρων ειδών μαγειρευτά φαγητά. Τα φρέσκα φύλλα του προστίθενται προς το τέλος του μαγειρέματος (Κανταρτζής, 2003; Sullivan, 2009).

Το αιθέριο έλαιο του βασιλικού χρησιμοποιείται στην αρωματοθεραπεία, στη σαπωνοποιία, στη φαρμακευτική, στη ζαχαροπλαστική, στη βιομηχανία τροφίμων και

στην παραγωγή διαφόρων λικέρ. Η ξηρή δρόγη χρησιμοποιείται κυρίως στις βιομηχανίες τροφίμων και φαρμάκων. (Σαρλής, 1991; Κανταρτζής, 2003).

Όπως αναφέρουν οι Βίτσιου & Σιατερλή (2019), το αιθέριο έλαιο του βασιλικού εκκρίνεται από αδενώδεις επιδερμικούς σχηματισμούς - εκκριτικά τριχίδια - που βρίσκονται κυρίως στα φύλλα. Παραλαμβάνεται με απόσταξη με ατμούς από το νωπό φυτό. Εμφανίζει τις ακόλουθες φυσικοχημικές σταθερές:

- ✓ χρώμα: ελαφρά κιτρινωπό έως άχρωμο
- ✓ πυκνότητα στους 25 °C: 0,891 έως 0,924
- ✓ οπτική στροφική ικανότητα στους 20 °C: -7 °C έως -15 °C
- ✓ δείκτης διαθλάσεως στους 20 °C: 1,473 - 1,490
- ✓ μυρωδιά: ήπια με νότες γλυκάνισου, φρέσκια

Το αιθέριο έλαιο του γλυκού βασιλικού (sweet basil) είναι ένα άχρωμο ή κιτρινωπό υγρό με ελαφρύ, φρέσκο, γλυκό-πικάντικο άρωμα ακολουθούμενο από ένα βαλσαμικό υπόβαθρο (Lawless, 1992). Έχουν αναγνωριστεί περίπου 140 συστατικά του αιθέριου ελαίου βασιλικού (*Ocimum basilicum*) εκ των οποίων: 30 είναι μονοτερπένια, 30 σесκιτερπένια, 20 καρβοξυλικά οξέα, 11 αλειφατικές αλδεΐδες, 6 αλειφατικές αλκοόλες, 20 αρωματικές ενώσεις, ενώ 20 ανήκουν σε άλλες χημικές ομάδες.

Η περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο είναι συνήθως μικρότερη του 1.0 % (από 0,2 έως 1%) αλλά έχουν καταγραφεί και τιμές 1,5-1,7% ανάλογα με την πηγή και το φαινολογικό στάδιο των φυτών και είναι ποικίλης σύστασης (ποσοτικής και ποιοτικής). Εκτός από την ύπαρξη διαφορετικών χημειοτύπων όπως προαναφέρθηκε, το στάδιο ανάπτυξης του φυτού, ο χρόνος συγκομιδής, οι κλιματολογικές συνθήκες, το έδαφος κ.α. επηρεάζουν όχι μόνο την απόδοση, αλλά και την ποσοτική και ποιοτική σύσταση του παραγόμενου αιθέριου ελαίου. Επιπρόσθετα, σημαντική επίδραση έχουν η μέθοδος παραλαβής του αιθέριου ελαίου, ο τρόπος ξήρανσης και σε ορισμένες περιπτώσεις το μέσον εδαφοκάλυψης. Τα σημαντικότερα συστατικά της αρωματικής του σύνθεσης είναι: η λιναλοόλη (40 - 45 %), η μεθυλο-καβικόλη (ή εστραγκόλη) 23.8 %, η 1,8 κινεόλη, η ευγενόλη και ο μεθυλο-κινναμωμικός εστέρας (Methyl cinnamate), λιμονένιο και κιτρονελλόλη σε μικρές ποσότητες. Στον "τύπο Reunion" κύριο συστατικό είναι η

μεθυλ-καβικόλη που μπορεί να φθάσει έως και 80%, ενώ σε ορισμένα αφρικανικά είδη έχει παρατηρηθεί αρκετές φορές και καμφορά. Η ποικιλία "bush basil" περιέχει κυρίως μεθυλ-καβικόλη (70 - 88 %) με λιναλοόλη, κινεόλη, καμφορά, ευγενόλη, λιμονένιο και την κιτρονελλόλη σε μικρές ποσότητες (Lawless, 1992). Συνήθως, στη σύνθεσή του αιθέριου ελαίου κυριαρχούν τα μονοτερπένια (οκιμένιο, τερπινένιο, μυρκενίο, τερπινενόλη, γερανιόλη), τα σεσκιτερπένια (β-ελεμένιο, βεργαμοτένιο, βισαβολένιο, καρυοφυλλένιο, τ-καδινόλη) και φενύλπροπανοειδή (μεθυλ-ευγενόλη) σε διάφορα ποσοστά, τα οποία επηρεάζουν το άρωμά του. Από εμπορικής άποψης τα σημαντικότερα αιθέρια έλαια βασιλικού είναι του «ευρωπαϊκού τύπου» που παράγεται κυρίως στη Γαλλία, Ιταλία, Αίγυπτο και Ν. Αφρική και ο "τύπος Reunion". Επίσης στο εμπόριο φέρονται και κάποιες ποσότητες αιθέριου ελαίου από τη Βουλγαρία, γνωστού ως cinnamon basil (Schulz et al., 2003).

Για την παραλαβή του αιθέριου ελαίου χρησιμοποιούνται κυρίως οι ταξιανθίες φύλλα αλλά και ολόκληρα ανθισμένα φυτά και η παραλαβή του αιθέριου ελαίου γίνεται με τη μέθοδο της υδροαπόσταξης.

Τα αιθέρια έλαια του *O. basilicum* κατατάσσονται σε τέσσερις χημειότυπους: α) τον Ευρωπαϊκό με κύρια συστατικά τη λιναλοόλη και τη μεθυλοκαβικόλη, που καλλιεργείται στις Μεσογειακές χώρες της Ευρώπης, στην Αίγυπτο, Ν. Αφρική και Η.Π.Α., β) το χημειότυπο Reunion με κύριο συστατικό τη μεθυλοκαβικόλη που καλλιεργείται στις Κομόρες, Ταϊλάνδη, Μαδαγασκάρη και Βιετνάμ, γ) τον τροπικό χημειότυπο με κύριο συστατικό τον μεθυλο-κινναμωμικό εστέρα (Methyl cinnamate) που καλλιεργείται σε Ινδία, Γουατεμάλα, Πακιστάν και δ) το χημειότυπο ευγενόλης που καλλιεργείται στις χώρες της πρώην Σοβιετικής Ένωσης και στη Β. Αφρική. Οι Sobti και Pushpangadan (1982), ανέφεραν την ύπαρξη πέντε διαφορετικών χημειοτύπων προσθέτοντας στους παραπάνω αυτόν της γερανιόλης στον οποίο τα κύρια συστατικά % είναι γερανιόλη 20-30, λιναλοόλη 30-35 και ευγενόλη 20-30.

Η πιο διαδεδομένη εμπορική ποικιλία είναι του Ευρωπαϊκού χημειότυπου (γλυκός βασιλικός, πλατύφυλλος, sweet basil, genovese), που χαρακτηρίζεται από την περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου του σε λιναλοόλη και μεθυλοκαβικόλη σε αναλογία 2-3:1. Στην Ελλάδα απαντώνται συχνά ποικιλίες που έχουν πολύ μικρά φύλλα

(Ελληνικός βασιλικός, Greek basil), άλλες που έχουν φύλλα και άνθη ή μόνον άνθη χρώματος σκούρου ιώδους (Μαυρομίτικος, Αγιορείτικος) και άλλες που έχουν φύλλα μεγάλα και σγουρά (σγουρός Βασιλικός). Όσον αφορά στους διαφορετικούς χημειότυπους, που προσδίδουν και διαφορετικό άρωμα, υπάρχουν διάφοροι βασιλικοί γνωστοί διεθνώς ως Lemon, Cinnamon, Spicy, Camphor, Anise και Licorice basil.

Άλλα καλλιεργούμενα είδη του γένους *Ocimum* είναι:

- ✓ *Ocimum canum* Sims, συν. *O. americanum* L. με άρωμα παρόμοιο με αυτό της ποικιλίας Cinnamon basil του είδους *Ocimum basilicum* L. Καλλιεργείται στην Αφρική, Ανατολικές Ινδίες και στο Βέλγιο.
- ✓ *Ocimum sanctum* L. (holy basil, ιερός βασιλικός) με υψηλή αναλογία ευγενόλης στο αιθέριο έλαιό του, ιθαγενές της Μαλαισίας, Αυστραλίας και της Ινδίας. Καλλιεργείται κυρίως στην Ινδία όπου υπάρχουν πολλές ποικιλίες αυτού του είδους.
- ✓ *Ocimum citriodorum* Vis. με έντονο άρωμα λεμονιού.
- ✓ *Ocimum kilimandscharicum* Guerke. με άρωμα καμφοράς. Κοινή ονομασία του "μπλε βασιλικός" της Αφρικής. Στις Η.Π.Α. χρησιμοποιείται ως καλλωπιστικό φυτό.
- ✓ *Ocimum gratissimum* L. (tree basil, δενδροβασιλικός) με υψηλό ποσοστό ευγενόλης στο αιθέριο έλαιό του. Είναι πολυετής θάμνος και το ύψος του φθάνει τα δύο μέτρα.
- ✓ *Ocimum suave* Wild. Είναι πολυετής θάμνος ύψους έως 3 μέτρα και απαντά ως αυτοφυής στην Αφρική και την Ινδία (Βίτσιου Ε., Σιατερλή Κ., 2019).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο: ΜΥΚΗΤΕΣ

Οι μύκητες αποτελούν μια ομάδα μικροοργανισμών που ύπαρξη τους στο πλανήτη γη χρονολογείται περίπου 400 εκατομμύρια χρόνια και αυτοί κατατάσσονται στους ετερότροφους οργανισμούς επειδή δεν φωτοσυνθέτουν. Για να επιβιώσουν παρασιτούν σε ζωντανούς οργανισμούς ή σαπροφυτούν πάνω σε νεκρούς (π.χ. σάπιο ξύλο) τρεφόμενοι από τον ξενιστή ή το περιβάλλον (Μαργαρίτης, 2004). Οι μύκητες είναι μονοκύτταροι ή πολυκύτταροι οργανισμοί. Οι πολυκύτταροι αποτελούνται από νηματοειδείς μίσχους, που ονομάζονται υφές. Τα συμπλέγματα των υφών σχηματίζουν το «σώμα» ενός μύκητα, τα μυκήλια. Σε μερικούς από αυτούς, οι υφές δεν αποτελούνται από διακριτά μεταξύ τους κύτταρα, αλλά δημιουργούνται με αλληπάλληλες κυτταρικές διαιρέσεις. Τα κυτταρικά τοιχώματα των περισσότερων μυκήτων είναι κατασκευασμένα από χιτίνη ή υδατανθρακικές ενώσεις. Οι μύκητες παρουσιάζουν μεγάλη προσαρμοστικότητα στο περιβάλλον και εξασφαλίζουν τη διαβίωση (συνήθως εις βάρος κάποιου ξενιστή) και την αναπαραγωγή τους.

Οι περισσότεροι φυτοπαθογόνοι οργανισμοί ανήκουν στους μύκητες, και έχουν προσδιοριστεί περισσότερα από 8.000 είδη μυκήτων ως φυτοπαθογόνα. Ως σαπρόφυτα, οι μύκητες σε συνδυασμό με βακτήρια και άλλους μικροοργανισμούς συμβάλλουν στη χουμοποίηση και διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους. Κοινό γνώρισμα σχεδόν όλων των μυκήτων είναι η ικανότητα αποσύνθεσης πολύπλοκων οργανικών ουσιών, οι οποίες χρησιμοποιούνται ως πηγές ενέργειας. Εκτός από τους παθογόνους και τους σαπροφυτικούς μύκητες, υπάρχουν και πολλοί φυτοπροστατευτικοί, για τους οποίους τα τελευταία χρόνια έχουν δημοσιευθεί πολλές ερευνητικές μελέτες (Benhamou N. et al, 2001 , Chandanie W.A et al, 2005).

5.1 Μυκόρριζες

Με τον όρο μυκόρριζα περιγράφονται οι αλληλοεξαρτώμενες σχέσεις μεταξύ φυτών και μυκήτων. Στις σχέσεις αυτές σε γενικές γραμμές ο μύκητας παρέχει στα φυτά, ανόργανα συστατικά (π.χ. φώσφορο, άζωτο) και άλλες σύνθετες οργανικές ενώσεις που συνθέτει ο ίδιος (π.χ. φυτορμόνες) και σε αντάλλαγμα παίρνει από αυτά υδατάνθρακες

(Harley & Smith, 1983). Πρόκειται δηλαδή για μια συμβιωτική σχέση που λαμβάνει χώρα στο ριζικό σύστημα των φυτών, η οποία είναι πολύ διαδεδομένη και εμφανίζεται σε ποσοστό πάνω από τα δύο τρίτα των φυτικών ειδών (Fitter & Moyersoen 1996).

Τα φυτά τροφοδοτούνται από τις μυκόρριζες με ανόργανα στοιχεία του εδάφους που σε διαφορετική περίπτωση δεν θα είχαν προσληφθεί. Οι υφές των μυκορριζικών μυκήτων έχουν τη δυνατότητα να αυξάνουν την απορροφητική επιφάνεια της ρίζας. Οι υφές των μυκόρριζων είναι δυνατό να επεκτείνονται πέρα από τη στερητική θρεπτική ζώνη. Αυτή αναπτύσσεται γύρω από το ριζικό σύστημα των φυτών όταν τα θρεπτικά συστατικά αφαιρούνται από το εδαφικό διάλυμα γρηγορότερα από ότι αντικαθίστανται. Με αυτό το τρόπο οι μυκόρριζες περιορίζουν τις αρνητικές επιπτώσεις της στερητικής ζώνης στη τροφοδοσία των φυτών με ανόργανα στοιχεία, κάτι το οποίο αποκτά ακόμη μεγαλύτερη σημασία στη περίπτωση των ιόντων με μικρή κινητικότητα στο έδαφος όπως ο φώσφορος.

Στους μυκορριζικούς μύκητες αποδίδεται και η πρόσβαση σε δεξαμενές φωσφόρου που δεν είναι εύκολα διαθέσιμες στα φυτά (Miyasaka & Habte, 2001). Αυτό γίνεται είτε μέσω της φυσικοχημικής απελευθέρωσης ή δέσμευσης ανόργανων και οργανικών μορφών φωσφόρου, μέσω οργανικών οξέων, είτε με την απελευθέρωση ανόργανου φωσφόρου, μέσω ανοργανοποίησης της οργανικής ουσίας. Αυτό συμβαίνει με υδρόλυση μέσω φωσφατάσης των εστερικών δεσμών των οργανικών φωσφορικών (C-O-P). Ακόμη η πρόσληψη του ψευδάργυρου και του χαλκού, βελτιώνεται διότι τα στοιχεία αυτά παρουσιάζουν περιορισμένη διάχυση στο έδαφος, συμβάλλουν στην αποθήκευση του άνθρακα στο έδαφος, ενώ οι υφές τους αποτελούν αγωγούς, μέσω των οποίων ο άνθρακας μεταφέρεται από τις ρίζες των φυτών στους μικροοργανισμούς του εδάφους που είναι υπεύθυνοι για την αποσύνθεση.

Επίσης οι μυκόρριζες αυξάνουν τη συγκρατούμενη από το έδαφος υγρασία βελτιώνοντας τη δομή του εδάφους, εμποδίζοντας τη διάβρωση και την ερημοποίησή του.

Σύμφωνα με τον Read (1998) οι μυκόρριζες διακρίνονται σε:

α) Εκτομυκκόριζες, οι οποίες απαντούν σε μικρό σχετικά αριθμό κυρίως δασικών φυτών, και σχηματίζονται στις ρίζες δέντρων από έναν βασιδιομύκητα ή ασκομύκητα.

β) Ενδομυκκόριζες, που αποτελούν τον πιο διαδεδομένος τύπος μυκόρριζας, αφού απαντά στα δύο τρίτα τουλάχιστον των χερσαίων φυτών. Η ενδομυκκόριζα δεν σχηματίζει μανδύα γύρω από τα ριζίδια όπως συμβαίνει στις εκτομυκκόριζες, αλλά οι υφές της εισέρχονται μεταξύ των κυττάρων των ριζιδίων και μέσα σε αυτά, και δεν προκαλείται σημαντική διόγκωση των κυττάρων των ριζικών τριχιδίων. Οι ενδομυκκόριζες περιλαμβάνουν τρεις κύριους τύπους από τους οποίους οι δύο είναι πολύ εξειδικευμένοι. Τους βρίσκουμε στα είδη της τάξης *Ericales* (ασκομύκητας), και σε φυτά της οικογένειας *Orchidaceae* (βασιδιομύκητας). Και στους δύο αυτούς εξειδικευμένους τύπους μυκορριζών, ο μύκητας εφοδιάζει το φυτό με άζωτο, φώσφορο και με κάποια ιχνοστοιχεία. Ο τρίτος τύπος ενδομυκκόριζας ο θυσανοειδής-δενδροειδής {Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF)}, είναι ο πλέον διαδεδομένος.

γ) Δενδροειδείς Μυκόρριζες, που απαντούν στις περισσότερες οικογένειες των σπερμοφύτων όπως επίσης σε πτέριδες και σε βρυόφυτα. Πάρα πολλά είδη ζυγομύκητων που ανήκουν στην τάξη *Glomales* σχηματίζουν θυσάνους εντός των ριζών (Morton & Benny, 1990), και από τους σχηματισμούς αυτούς προέκυψε και η ονομασία του μύκητα. Οι θύσανοι αυτοί αποτελούν τα σημεία ανταλλαγής των θρεπτικών στοιχείων με υδατάνθρακες μεταξύ μύκητα και φυτού (Smith & Cianinazzi-Pearson, 1988). Στις περισσότερες περιπτώσεις σχηματίζονται και κύστες, συνήθως στους μεσοκυττάριους χώρους της ρίζας, οι οποίες αποτελούν αποθηκευτικούς χώρους, αλλά και αναπαραγωγικά όργανα των μυκήτων.

Εκτός από τη κύρια συνεισφορά τους δηλαδή την αποτελεσματική πρόσληψη φωσφόρου από τα φυτά, τα οφέλη που προκύπτουν από τις δενδροειδείς μυκόρριζες, εντοπίζονται και σε πολλούς άλλους τομείς όπως περιγράφεται παρακάτω.

Πολλές έρευνες αναφέρουν ότι οι δενδροειδείς μυκόρριζες μπορούν να προσλαμβάνουν και να μεταφέρουν το άζωτο στο φυτό (Raven κ.ά. 1978, Smith 1980, Ames κ.ά. 1983, Bago κ.ά. 1996, Mader κ.ά. 2000). Ο μηχανισμός που εμφανίζεται σχετίζεται με την μεταφορά των στοιχείων από το έδαφος στο φυτό, μέσω των υφών του

μύκητα και είναι ο ίδιος με αυτόν που εκδηλώνεται κατά την πρόσληψη του φωσφόρου. Έχει αποδειχτεί επίσης, ότι οι υφές των δενδροειδών μυκορριζών προσλαμβάνουν και μεταφέρουν αμμωνιακά ιόντα (Ames κ.ά. 1983, Johansen κ.ά. 1992, Frey & Schiiepp 1993, Johansen κ.ά. 1993), νιτρικά (Johansen κ.ά. 1993, Tobar κ.ά. 1994, Bago κ.ά. 1996), αλλά και οργανικές ενώσεις αζώτου (Ames κ.ά. 1983, Hawkins κ.ά. 2000, Hodge κ.ά. 2001).

Οι μυκορριζικοί μύκητες βελτιώνουν τη δομή του εδάφους (Miller & Jastrow 2000). Οι χημικές ενώσεις που παράγουν οι υφές των μυκορριζών ενώνουν τα συσσωματώματα του εδάφους (Graham κ.ά. 1982), βελτιώνοντας το πορώδες του. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ευκολότερη κίνηση του νερού μέσα στο έδαφος, τον καλύτερο αερισμό των ριζών καθώς και την καλύτερη στερεοποίηση τους στο έδαφος (Fitter, 2005), η μεγαλύτερη ανάπτυξη της ρίζας και κατ' επέκταση του ίδιου του φυτού.

Οι δενδροειδείς μυκορριζες αυξάνουν την αντοχή των φυτών στα παθογόνα και ιδιαίτερα στους μύκητες που προσβάλλουν το ριζικό σύστημα (Norman & Hooker, 2000) καθώς βελτιώνονται οι παράγοντες που συντελούν στον έλεγχο των παθογόνων από τις μυκορριζες. Οι μυκορριζες επιδρούν θετικά στη θρεπτική κατάσταση του φυτού, προκαλούν αλλαγές στην ανατομία και στην αρχιτεκτονική του ριζικού του συστήματος, ενώ προκαλείται και ενεργοποίηση των μηχανισμών άμυνας του ίδιου του φυτού (Azcon-Aguilar κ.ά. 2002, Pozo κ.ά. 2002).

Οι υδατικές σχέσεις των φυτών επηρεάζονται από τη συμβίωση τους με μυκορριζικούς μύκητες. Μέσω των υφών που αναπτύσσει ο μύκητας βρέθηκε να συμβάλλει στην πρόσληψη εδαφικού νερού (Hardie & Leyton 1981, Allen 1982, Auge 2001). Διάφορες έρευνες αναφέρουν ότι η μεταφορά νερού που πραγματοποιείται μέσω των υφών των μυκορριζών καθιστά τα φυτά πιο ανθεκτικά στην ξηρασία και καθυστερεί τον μαρασμό σε περίπτωση υδατικής καταπόνησης (Allen κ.ά. 1981, Auge & Duan, 1991).

Ο Wilkins (1991), αναφέρει ότι οι δενδροειδείς μυκορριζες μπορούν και προστατεύουν τα φυτά από την τοξικότητα που μπορεί να προκαλέσει η συγκέντρωση βαρέων μετάλλων στο έδαφος, όπως παράδειγμα, ο ψευδάργυρος και το κάδμιο. Αυτό

μπορεί να συμβεί είτε δεσμεύοντας τα μέταλλα μέσα στις υφές τους (Denny & Wilkins 1987, Marschner κ.ά. 1998, Brunner & Frey 2000), είτε μειώνοντας την μεταφορά των μετάλλων στα ανώτερα σημεία του φυτού (Burke κ.ά. 2000).

5.2 Μύκητες του γένους *Trichoderma*

Πρόκειται για είδη, μυκήτων μη μολυσματικών συμβιωτών των ανώτερων φυτών, είδη που παρασιτούν σε άλλους μύκητες και είδη που είναι περιστασιακά παθογόνα. Δημιουργούν μακρόβιες αποικίες στην επιφάνεια των ριζών των φυτών. Οι μύκητες αυτοί οι οποίοι παράγουν πλήθος ενώσεων οι οποίες προκαλούν σημαντικές αλλαγές στο μεταβολισμό των φυτών. Είναι ευρέως διαδεδομένοι στα εδάφη, ιδιαίτερα στα οργανικά, όπου ζουν σαπροφυτικά ή παρασιτικά πάνω σε άλλους μύκητες.

Οι μύκητες του γένους *Trichoderma* ήταν γνωστοί τουλάχιστον από το 1920 για την ικανότητά τους να δρουν ως παράγοντες βιολογικού ελέγχου κατά παθογόνων φυτών. (Harman, 2005). Πρόκειται για νηματοειδείς μύκητες που μπορούν να απομονωθούν σε πολλούς τύπους εδάφους. Το γένος *Trichoderma* περιλαμβάνει πάνω από 100 είδη με πιο συνήθη τα *T. aureoviride*, *T. longibrachiatum*, *T. harzianum* Rifai, *T. koningii*, *T. hamatum*, *T. piluliferum*, *T. polysporum*, *T. pseudokoningii* και *T. viride*.

Συνεχώς βλέπουν το φως της δημοσιότητας πολλές μελέτες και έρευνες σε διεθνή περιοδικά για την χρήση του *Trichoderma sp.* ως μέσου για την αντιμετώπιση φυτοπαθογόνων εδάφους. Από τότε που για πρώτη φορά αναφέρθηκε το είδος *T. lignorum* ως βιολογικός παράγοντας κατά ειδών όπως το *Rhizoctonia solani*, ένας μεγάλος αριθμός ειδών μυκήτων εδάφους, διαπιστώθηκε να έχουν ανταγωνιστική δράση εναντίον πολλών φυτοπαθογόνων. Η βιολογική δράση ανταγωνιστών και ειδικότερα ειδών του γένους *Trichoderma* εναντίον διαφόρων φυτοπαθογόνων έχει μελετηθεί διεξοδικά (Γραβάνης, 2004). Μερικά από αυτά τα είδη παράγουν ένζυμα και αντιβιοτικά ενώ κάποια δρουν ως παράγοντες βιολογικού ελέγχου με αποτέλεσμα να είναι έχουν αποκτήσει οικονομική σημασία. Οι μύκητες *Trichoderma spp.* διαθέτουν έμφυτη αντοχή στα περισσότερα γεωργικά χημικά προϊόντα, συμπεριλαμβανομένων των μυκητοκτόνων, αν και επιμέρους στελέχη διαφέρουν ως προς στην αντοχή τους. Ορισμένα είδη έχουν επιλεγεί ή τροποποιηθεί ώστε να είναι ανθεκτικά σε συγκεκριμένα γεωργικά χημικά

προϊόντα. Οι περισσότεροι κατασκευαστές των στελεχών του *Trichoderma*, για βιολογικό έλεγχο, έχουν εκτεταμένους καταλόγους ευαισθησιών ή αντίστασης σε ένα εύρος φυτοφαρμάκων (Harman, 2000).

Χρησιμοποιούνται για εφαρμογές σε θερμοκήπια και αγρούς ενώ έρευνες έδειξαν ότι θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν και για τη μετασυλλεκτική προστασία των φυτών έναντι των φυτοπαθογόνων μυκήτων. Η βιολογική δράση τους οφείλεται στην ικανότητα τους να παράγουν μεταβολίτες με αντιμυκητιακή δράση, στη δράση τους ως παράσιτα μυκήτων αλλά και στην ενεργοποίηση μηχανισμών ανθεκτικότητας των καλλιεργούμενων φυτικών ειδών. Σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις, παρατηρείται παράλληλη αύξηση της ανάπτυξης των φυτών καθώς και διάσπαση χημικών ουσιών του εδάφους που προέκυψαν από λανθασμένες πρακτικές συστημάτων συμβατικής γεωργίας (Μπάρδας, 2011).

Οι Windham et al. (1986) έδειξαν ότι ο *Trichoderma harzianum* βοηθά τη βλαστικότητα των σπόρων τομάτας και καπνού ενώ ταυτόχρονα ενισχύει την ανάπτυξή τους. Επιπλέον οι Martínez-Medina et al. (2009) αναφέρουν ότι ο *Trichoderma harzianum* συμβάλλει σημαντικά στην ανάπτυξη πολλαπλασιαστικού υλικού φυτών πεπονιού σε καλλιέργεια θερμοκηπίου καθώς και στην αύξηση της βιομάζας των βλαστών τους. Τέλος σε πρόσφατες έρευνες ο *Trichoderma harzianum* φάνηκε να αυξάνει την αντίσταση των φυτών ενάντια σε ασθένειες προάγοντας την παραγωγή φυτοπροστατευτικών ορμονών και επανδρώνοντας το κυτταρικό τοίχωμα των φυτών (Khahil and Alsanis, 2009).

Ως σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την βιολογία των μυκοπαράσιτων αυτών αναφέρονται η θερμοκρασία, η υγρασία, η οργανική ουσία, ο ανταγωνισμός και τα απολυμαντικά ευρέως φάσματος (Abdel-Moity & Shatla 1981, Papavizas 1982, Luo et al., 1987, Knudsen et al., 1991). Ο ανταγωνισμός στα εδάφη από την μικροχλωρίδα είναι έντονος (Davet, 1987). Η άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης για τους μύκητες του γένους *Trichoderma* είναι γύρω στους 25-30°C όμως υπάρχουν είδη (*T. viride* και *T. Polysporum*) που μπορούν να αναπτυχθούν ακόμα και στους 2°C. Παρουσιάζουν φωτοευαισθησία και παράγουν κονίδια και χλαμυδοσπόρια.

Εκτός από τον αποικισμό των ριζών, τα *Trichoderma spp.* παρασιτούν και διατρέφονται από άλλους μύκητες. Ωστόσο, υπάρχουν περιορισμοί ως προς το πεδίο των φυτών που προστατεύουν και των παθογόνων που ελέγχουν. Για να ξεπεραστούν αυτοί οι περιορισμοί, ερευνητές του Πανεπιστημίου Cornell των Η.Π.Α. παρήγαγαν ένα υβριδικό στέλεχος, που είχε ενισχυμένα χαρακτηριστικά των γονέων, το T-22. Το στέλεχος αυτό δρα ως προστατευτικό των ριζών σε πλήθος φυτών όπως καλαμπόκι, σόγια, πατάτα, ντομάτα, φασόλια, λάχανο, αγγούρι, βαμβάκι, σε διάφορα δέντρα, θάμνους και καλλωπιστικά φυτά, ελέγχοντας μύκητες των γενών *Fusarium*, *Pythium* και *Rhizoctonia*. Το στέλεχος T-22 μπορεί να αναπτυχθεί σε μια σειρά από τύπους εδάφους και σε θερμοκρασίες πάνω από 10°C. Οι μύκητες *Trichoderma spp.* παρουσιάζουν αντοχή σε διαφορετικό βαθμό, στα περισσότερα γεωργικά χημικά προϊόντα, συμπεριλαμβανομένων των μυκητοκτόνων. Κάποια είδη έχουν επιλεγεί ή τροποποιηθεί ώστε να είναι ανθεκτικά σε συγκεκριμένα φυτοπροστατευτικά χημικά προϊόντα.

5.3 Χρήσεις

Οι μύκητες του γένους αυτού εφαρμόζονται εμπορικά με ποικίλους τρόπους:

A) Στα τρόφιμα και τα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα: οι *Trichoderma spp.* είναι ιδιαίτερα αποδοτικοί παραγωγοί πολλών εξωκυτταρικών ενζύμων. Χρησιμοποιούνται εμπορικά για την παραγωγή των κυτταρινάσεων και άλλων ένζυμων που αποικοδομούν σύνθετοι πολυσακχαρίτες. Συχνά χρησιμοποιούνται στις βιομηχανίες ειδών διατροφής και στις κλωστοϋφαντουργίες για τους σκοπούς αυτούς.

B) Ως παράγοντες βιοελέγχου: χρησιμοποιούνται, για τον έλεγχο των ασθενειών των φυτών. Υπάρχουν αρκετές αξιόπιστες εταιρείες που κατασκευάζουν προϊόντα βιοελέγχου.

Γ) Ως προωθητές της ανάπτυξης των φυτών: Μια από τις χρήσεις των μυκήτων αυτών οφείλεται στην ικανότητά τους να προωθούν την ανάπτυξη και να δημιουργούν εύρωστο ριζικό σύστημα στα φυτά τα οποία αποικίζουν. Για πολλά χρόνια, η ικανότητα αυτή των μυκήτων δεν ήταν γνωστή. Οι μηχανισμοί για αυτές τις ικανότητες, μόλις τα τελευταία χρόνια γνωστοποιήθηκε μετά από πολλές μελέτες. Μερικές από αυτές τις ικανότητες

είναι πιθανό να είναι αρκετά βαθιές. Πρόσφατα, ανακαλύφθηκε ότι ένα στέλεχος αυξάνει τους αριθμούς του, ακόμη και σε βαθιές ρίζες, σε πάνω από ένα μέτρο κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Τέτοια βαθιά ριζικά συστήματα έχουν καλλιέργειες, όπως το καλαμπόκι, και διάφορα καλλωπιστικά φυτά. Σύμφωνα με τον Harman (2000), έρευνα του Πανεπιστημίου Cornell των Η.Π.Α., δείχνει ότι το καλαμπόκι που οι ρίζες αποικίστηκαν από στέλεχος *Trichoderma* T-22 απαιτούν περίπου 40% λιγότερο λίπασμα αζώτου σε σχέση με το καλαμπόκι του οποίου οι ρίζες δεν έχουν τον μύκητα. Αυτό αποκτά μεγάλη σημασία με δεδομένο ότι η χρήση αζωτούχων λιπασμάτων πρέπει να περιοριστεί λόγω των περιβαλλοντικών προβλημάτων που δημιουργεί η ευρεία χρήση τους. Εφαρμογές του μύκητα αυτού μπορεί να συμβάλουν στη διατήρηση υψηλών αποδόσεων με αυξημένα περιβαλλοντικά οφέλη.

Δ) Ως πηγή των διαγονιδίων: οι μικροοργανισμοί βιοελέγχου, σχεδόν εξ ορισμού, πρέπει να περιέχουν ένα μεγάλο αριθμό κωδικοποιημένων γονιδίων που επιτρέπουν να συμβεί ο βιοέλεγχος. Αρκετά γονίδια έχουν κλωνοποιηθεί από το *Trichoderma spp.* τα οποία υπόσχονται πολλά ως διαγονίδια, για την παραγωγή φυτών που είναι ανθεκτικά στις ασθένειες. Τέτοια γονίδια δεν είναι ακόμα διαθέσιμα στο εμπόριο, αλλά η έρευνα ενός αριθμού αυτών, βρίσκεται ήδη σε εξέλιξη. Αυτά τα γονίδια, τα οποία περιέχονται σε *Trichoderma spp.* και πολλά άλλα ευεργετικά μικρόβια, είναι η βάση για τη φυσική βιολογική προστασία των καλλιεργειών και την παραγωγή. (Harman, 2000).

5.4 Γενετική ταξινόμηση

Τα περισσότερα στελέχη του *Trichoderma* παράγουν μόνο αγενή σπόρια και κατά συνέπεια ταξινομούνται ως ατελείς μύκητες (δεν εμφανίζουν κανένα σεξουαλικό στάδιο). Ωστόσο, για μερικά στελέχη το σεξουαλικό στάδιο είναι γνωστό όπως π.χ. στους Ασκομύκητες του γένους *Hypocrea*, αλλά όχι για τα στελέχη εκείνα που χρησιμοποιούνται για τον βιοέλεγχο των ασθενειών. Η ταξινόμηση βασίστηκε στις διαφορές στην μορφολογία της αγενούς διάταξης της σποροπαραγωγής, ενώ κατόπιν με τη χρήση των μοριακών προσεγγίσεων για την ταξινόμηση, οι ταξινομικές βαθμίδες από εννέα που ήταν στο παρελθόν είναι σήμερα τουλάχιστον τριάντα τρεις. Εξ αιτίας του ασεξουαλικού κύκλου ζωής των περισσότερων στελεχών, η πλαστικότητα

χρωμοσωμάτων αποτελεί κανόνα, με αποτέλεσμα διάφορα στελέχη να έχουν διαφορετικούς αριθμούς και μεγέθη χρωμοσωμάτων. Διάφοροι ασεξουαλικοί γενετικοί παράγοντες, όπως οι παραφυλετικοί ανασυνδυασμοί, η μετάλλαξη και άλλες διαδικασίες συμβάλλουν στην διακύμανση μεταξύ των πυρήνων σε ένα μόνο οργανισμό. Τα άγρια στελέχη μυκήτων εμφανίζουν μεγάλη ποικιλία στο φαινοτύπων και γονοτύπων και είναι πολύ ευπροσάρμοστα. Αυτά μπορεί να ετεροκαρυωτικά, δηλαδή να περιέχουν πυρήνες ανόμοιων γονότυπων σε ένα ενιαίο οργανισμό, και ως εκ τούτου αυτά τα στελέχη των μυκήτων να είναι μεταβλητά. Όμως τα στελέχη που χρησιμοποιούνται για βιοέλεγχο στην εμπορική γεωργία είναι, ή θα έπρεπε να είναι, ομοκαρυωτικά, δηλαδή οι πυρήνες να είναι όλοι γενετικά παρόμοιοι ή πανομοιότυποι. Αυτό, σε συνδυασμό με τον αυστηρό έλεγχο της διακύμανσης μέσω της γενετικής παρέκκλισης, επιτρέπει σε αυτά τα εμπορικά στελέχη να είναι γενετικά διακριτά και μεταβλητά, κάτι που αποτελεί ένα εξαιρετικά σημαντικό στοιχείο ελέγχου ποιότητας για κάθε εταιρεία που θέλει να εμπορευματοποιήσει αυτούς τους οργανισμούς (Harman, 2000).

Οι μύκητες μπορούν να εφαρμοστούν με τους εξής τρόπους: α) με εμβολιασμό σπόρων, β) με ενσωμάτωση στο μείγμα σποράς, γ) με ενσωμάτωση στο υπόστρωμα μεταφύτευσης, δ) με την εφαρμογή με την μορφή σφαιριδίων στο θερμοκήπιο ή το χωράφι, ε) με την εφαρμογή στην γραμμή σποράς και στ) με ριζοπότισμα. Στελέχη *Trichoderma* έχουν χρησιμοποιηθεί για τον επιτυχή έλεγχο των φυτοπαθογόνων *Pythium* και *Rhizoctonia* ως επικάλυψη σπόρου (Nelson και συνεργάτες, 1998). Το *T. harzianum* όταν εφαρμόστηκε στον αγρό με πίτουρα σιταριού, πριονίδι και κοπριά έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα. Σε εφαρμογές σε θερμοκήπιο και στον αγρό καλύτερα αποτελέσματα έδωσε το μυκηλιακό παρασκεύασμα σε σχέση με το παρασκεύασμα των σπορείων (Singh, 1991).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο : ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

6.1 Σκοπός Πειράματος

Σε όλο τον κόσμο καλλιεργείται μεγάλος αριθμός αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Το συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για την ενασχόληση με την καλλιέργεια των αρωματικών – φαρμακευτικών φυτών, επιβάλλει την ανάπτυξη περαιτέρω συστηματικών μελετών των κρίσιμων παραγόντων για την ανάπτυξη και την παραγωγή των φυτών αυτών (θρέψη, φυτοπροστασία κτλ.). Θα πρέπει να μελετηθούν οι παράγοντες που αφορούν την παραγωγική διαδικασία, από την ανάπτυξη των φυτών στον αγρό με βάση την καταλληλότερη μέθοδο καλλιέργειας, έως και την μεταποίησή τους και την παραλαβή των αιθέριων ελαίων, αφού η πρώτη επηρεάζει άμεσα την ποσότητα και την ποιότητα των παραγομένων από τα φυτά αιθέριων ελαίων.

Σκοπός της παρούσης εργασίας είναι η μελέτη της επίδρασης δύο βιολογικών σκευασμάτων, του *Trichoderma harzianum* (T 22), και μυκόριζας του γένους *Glomus*, στην καλλιέργεια του βασιλικού ποικιλίας Genovese, και εξετάστηκε η συμπεριφορά σποροφύτων του *Ocimum basilicum* “Genovese” στις επεμβάσεις που δέχθηκαν κατά τη μεταφύτευσή τους στον πειραματικό αγρό.

6.2 Υλικά και Μέθοδοι

6.2.1 Περιγραφή Πειράματος

Το πείραμα διεξήχθη κατά τα έτη 2018 και 2019. Η εγκατάσταση του πειράματος έγινε στον αγρό του ΑΤΕΙ Λάρισας. Για το σκοπό της μελέτης εφαρμόστηκε παραγοντικό πείραμα, με παράγοντες:

1. Μάρτυρας (καμία επέμβαση) (**M**),
2. Προσθήκη του *Trichoderma harzianum* (**T22**), και
3. Προσθήκη της μυκόριζας του γένους *Glomus* (**G**).

Για κάθε παράγοντα είχαμε τέσσερις επαναλήψεις και προέκυψαν δώδεκα (12) πειραματικά τεμάχια (M1-2-3-4, T1-2-3-4, G1-2-3-4).

Η μεταφύτευση των φυτών στον αγρό πραγματοποιήθηκε στις 12/05/2018 και στις 13/05/2019 για το πρώτο και δεύτερο πείραμα αντίστοιχα. Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο μεταφυτεύθηκαν εικοσιτέσσερα (24) φυτά, σε αποστάσεις 40 cm μεταξύ των γραμμών και 20 cm μεταξύ των φυτών. Έτσι συνολικά χρησιμοποιήθηκαν διακόσια ογδόντα οκτώ (288) φυτά σε κάθε πείραμα, τα οποία παρελήφθησαν από το φυτώριο Α. Μπίλη, με το αρχικό ύψος των σποροφύτων να κυμαίνεται από τέσσερα (4) έως έξι (6) cm (Εικ. 1).



Εικόνα 1. Εγκατάσταση πειράματος.

Πριν τη μεταφύτευση η οποία έγινε με το χέρι, προηγήθηκε προετοιμασία του αγρού με καλλιεργητή και εδαφολογική ανάλυση μέχρι βάθους τριάντα (30) cm, τα αποτελέσματα της οποίας δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2. Αποτελέσματα Εδαφικής Ανάλυσης.

Οργανική Ουσία (%)	1.17
ph (1:5)	7.75
EC (ms/cm) (1:5)	0.08
CaCo ₃	0.42
P-Olsen (mg/kg)	9.6
N-inorganic (mg/kg)	112
K-exchangeable (mg/kg)	214
Na-exchangeable (mg/kg)	71
CEC (cmol/kg)	16.7

Οι εφαρμογές των *Trichoderma harzianum* (**T22**) και μυκόριζας *Glomus* (**G**) έγιναν κατά το στάδιο της μεταφύτευσης. Εφαρμόστηκαν 5ml/φυτό του (**T22**), και 5gr/φυτό του *Glomus*. Κατά όλη τη διάρκεια του πειράματος ανά είκοσι (20) ημέρες πραγματοποιούνταν καθαρισμός του αγρού από τυχόν ζιζάνια, με βοτανίσματα. Οι ανάγκες σε νερό των φυτών καλύφθηκαν με τη χρήση συστήματος στάγδην άρδευσης. Εγκαταστάθηκε αρδευτικό σύστημα με αυτορυθμιζόμενους σταλάκτες παροχής δύο λίτρων ανά ώρα οι οποίοι απείχαν μεταξύ τους εξήντα εκατοστά. Οι αρδεύσεις πραγματοποιούνταν ανά επτά (7) ημέρες, ήταν διάρκειας τεσσάρων (4) ωρών την κάθε φορά.

Πραγματοποιήθηκαν δύο δειγματοληψίες (κοπές), στις 06/07/2018 και στις 05/09/2018 για το πρώτο χρόνο πειραματισμού, και στις 04/07/2019 και στις 04/09/2019 για τον δεύτερο. Οι κοπές πραγματοποιήθηκαν στο στάδιο της άνθισης των φυτών και σε ύψος τεσσάρων (4) εκατοστών από την επιφάνεια του εδάφους. Η χλωρή μάζα ζυγίστηκε και αφέθηκε να αποξηρανθεί σε εργαστηριακό χώρο για δέκα ημέρες (Εικ. 2).



Εικόνα 2. Κομμένα στελέχη βασιλικού προς αποξήρανση.

Για την απόσταξη των αιθέριων ελαίων χρησιμοποιήθηκε συσκευή Clevenger, στη φιάλη της οποίας τοποθετούταν 250 ml νερού και 12,5 γραμμάρια αποξηραμένα φύλλα βασιλικού. Η διάρκεια βρασμού του μίγματος ήταν 1 ώρα και 45 λεπτά.

6.2.2. Αξιολογηθείσες παράμετροι

Για τον έλεγχο της επίδρασης των επεμβάσεων μετρήθηκαν το νωπό και το ξηρό βάρος (συνολικού, βλαστών και φύλλων) και, η παραγωγή και το ποσοστό (%) των αιθέριων ελαίων, (όπως διαμορφώθηκαν από τις επεμβάσεις), για τη χρονική διάρκεια του πειραματισμού, κατά κοπή και κατά επέμβαση, με τέσσερις επαναλήψεις για κάθε επέμβαση.

Οι χημικές αναλύσεις των δειγμάτων του αιθέριου ελαίου των διαφορετικών επεμβάσεων, πραγματοποιήθηκαν από ιδιωτικό εργαστήριο χημικών αναλύσεων και τα αποτελέσματα δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Το αιθέριο έλαιο αναλύθηκε χρησιμοποιώντας αέριο χρωματογράφο διασυνδεδεμένο με φασματόμετρο μάζας χρησιμοποιώντας στήλη GC-MS συντηγμένου πυριτίου DB-5. Το σχετικό περιεχόμενο κάθε ένωσης υπολογίστηκε ως ποσοστό της συνολικής χρωματογραφικής περιοχής και τα αποτελέσματα εκφράζονται ως το μέσο

ποσοστό (%) των επαναλήψεων που πραγματοποιήθηκαν. Η ταυτοποίηση της ένωσης βασίστηκε στη σύγκριση των δεικτών κατακράτησής τους (RI) σε σχέση με τα n-alkanes (C7–C22), σε αντιστοίχιση με τη βιβλιογραφία και των φασμάτων τους με αυτά των MS-βιβλιοθηκών (NIST 98, Willey).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7ο : ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η ανάλυση της παραλλακτικότητας (ANOVA) όλων των δεδομένων του πειράματος, πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος Genstat 7th Edition και του λογιστικού φύλλου EXCEL. Για τη σύγκριση των μέσων όρων χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (Least Significant Difference Test) σε επίπεδο σημαντικότητας 95%.

7.1 Αποτελέσματα και συζήτηση

7.1.1 Χλωρό βάρος

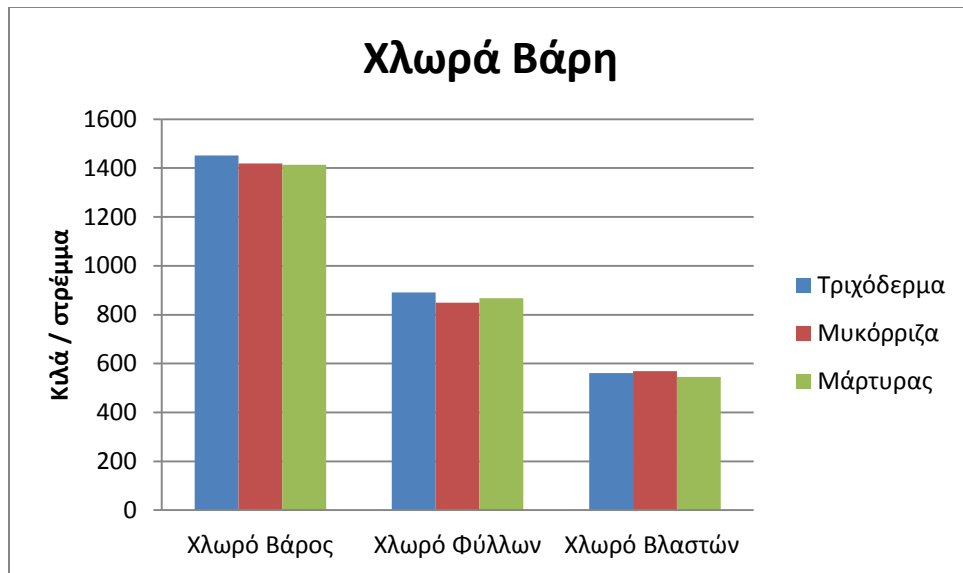
Από τα στοιχεία του παρακάτω πίνακα ανάλυσης της διασποράς διαπιστώνεται ότι το χλωρό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών βασιλικού δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά καθ όλη τη διάρκεια του πειράματος εξ αιτίας των διαφορών επεμβάσεων (Σχήμα 1).

Πίνακας 3. Πίνακας ανάλυσης διασποράς χλωρού βάρους φυτών βασιλικού (συνολικού, φύλλων και βλαστών), όπως επηρεάστηκαν από τον χρόνο πειράματος, τον χρόνο κοπής και τις διαφορετικές επεμβάσεις (τριχόδερμα, μυκόρριζα).

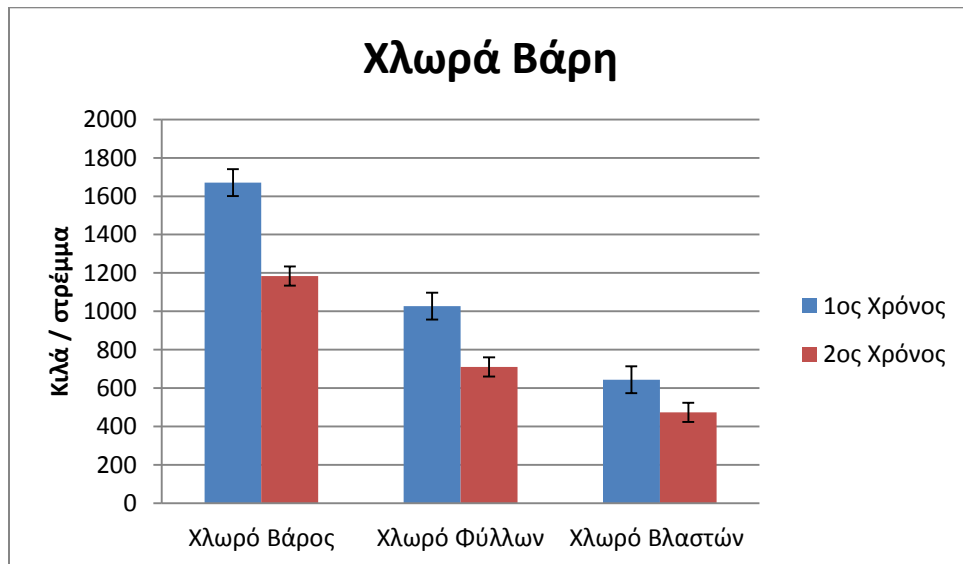
	Χλωρό Βάρος (kg/στρ)	Χλωρό Βάρος Φύλλων (kg/στρ)	Χλωρό Βάρος Βλαστών (kg/στρ)
Τριχόδερμα	1452	891	561
Μυκόρριζα	1419	849	569
Μάρτυρας	1413	867	546
LSD _{0.05}	ns	ns	ns
1 ^{ος} Χρόνος	1671	1027	644
2 ^{ος} Χρόνος	1184	711	474
LSD _{0.05}	70.1	50.1	32.5
1 ^η Κοπή	1661	1066	595
2 ^η Κοπή	1195	672	523
LSD _{0.05}	111.4	75.5	44.1
Τρ * X ₁	1667	1034	633
Τρ * X ₂	1238	748	490
Μυκ * X ₁	1657	1004	653
Μυκ * X ₂	1180	695	485
Μ * X ₁	1691	1045	646

M * X ₂	1135	689	446
LSD _{0.05}	ns	ns	ns
T _p * K ₁	1642	1055	587
T _p * K ₂	1263	727	536
M _{υκ} * K ₁	1656	1053	603
M _{υκ} * K ₂	1181	646	535
M * K ₁	1685	1090	595
M * K ₂	1141	644	497
LSD _{0.05}	ns	ns	ns
X ₁ K ₁	2094	1349	745
X ₁ K ₂	1249	706	543
X ₂ K ₁	1228	783	445
X ₂ K ₂	1141	638	502
LSD _{0.05}	126.1	86.7	52.2
T _p * X ₁ * K ₁	2026	1305	721
T _p * X ₁ * K ₂	1309	763	545
T _p * X ₂ * K ₁	1258	806	452
T _p * X ₂ * K ₂	1217	690	527
M _{υκ} * X ₁ * K ₁	2078	1335	743
M _{υκ} * X ₁ * K ₂	1235	672	563
M _{υκ} * X ₂ * K ₁	1234	771	464
M _{υκ} * X ₂ * K ₂	1127	620	507
M * X ₁ * K ₁	2177	1407	770
M * X ₁ * K ₂	1204	682	522
M * X ₂ * K ₁	1192	773	419
M * X ₂ * K ₂	1078	605	473
LSD _{0.05}	ns	ns	ns
CV (%)	12.9	14.3	13.0

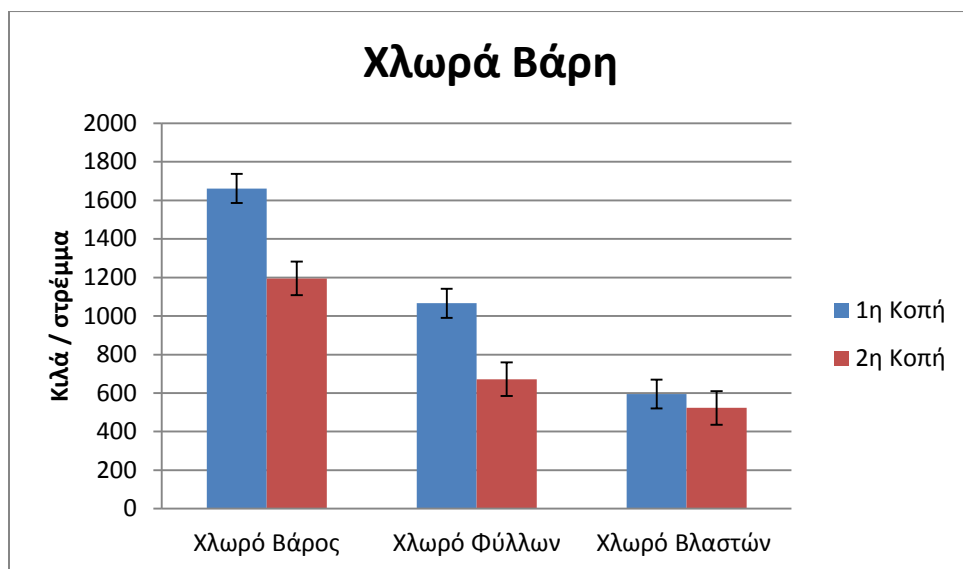
Τα στοιχεία του Πίνακα 3 αποδίδονται γραφικά στα παρακάτω σχήματα.



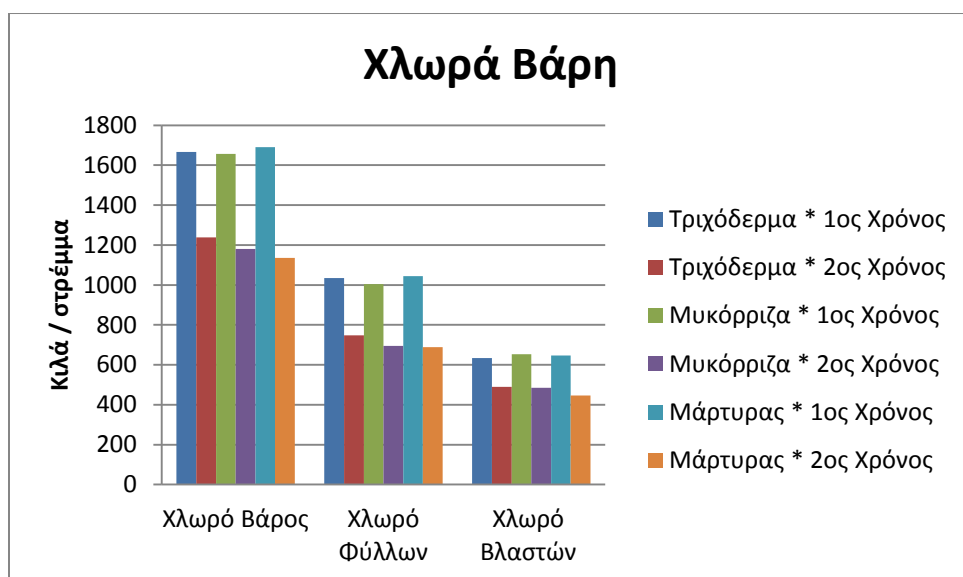
Σχήμα 1. Επίδραση των επεμβάσεων (τριχόδεσμα, μυκόρριζα) στο χλωρό βάρος κατά τη διάρκεια όλης της περιόδου πειραματισμού.



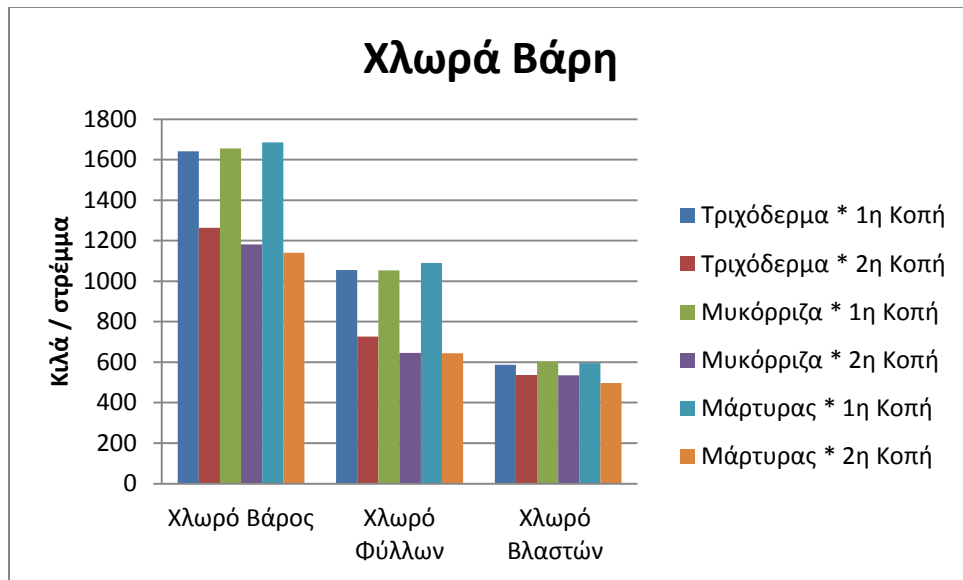
Σχήμα 2. Διακύμανση χλωρού βάρους φυτών βασιλικού στους δύο χρόνους πειραματισμού.



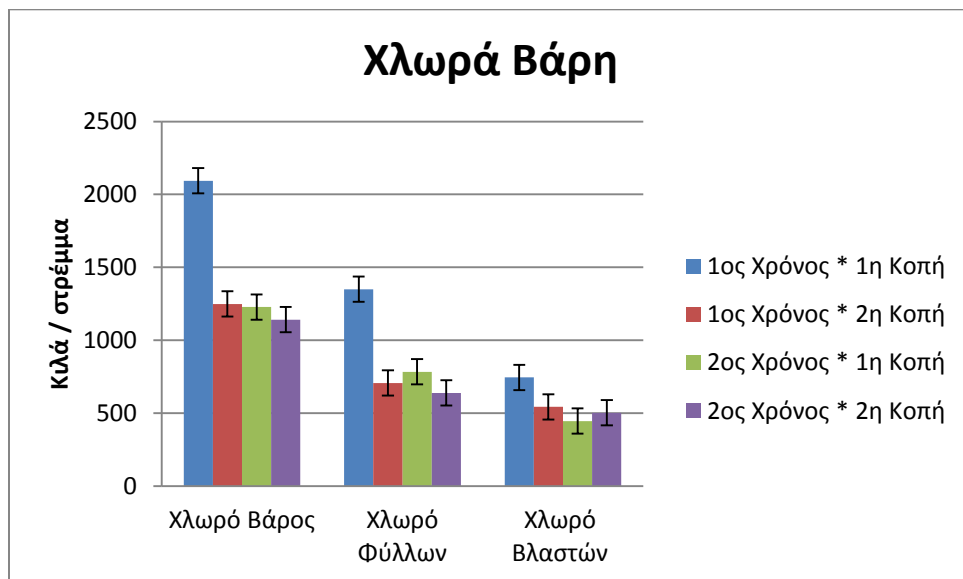
Σχήμα 3. Διακύμανση χλωρού βάρους φυτών βασιλικού στις δύο κοπές.



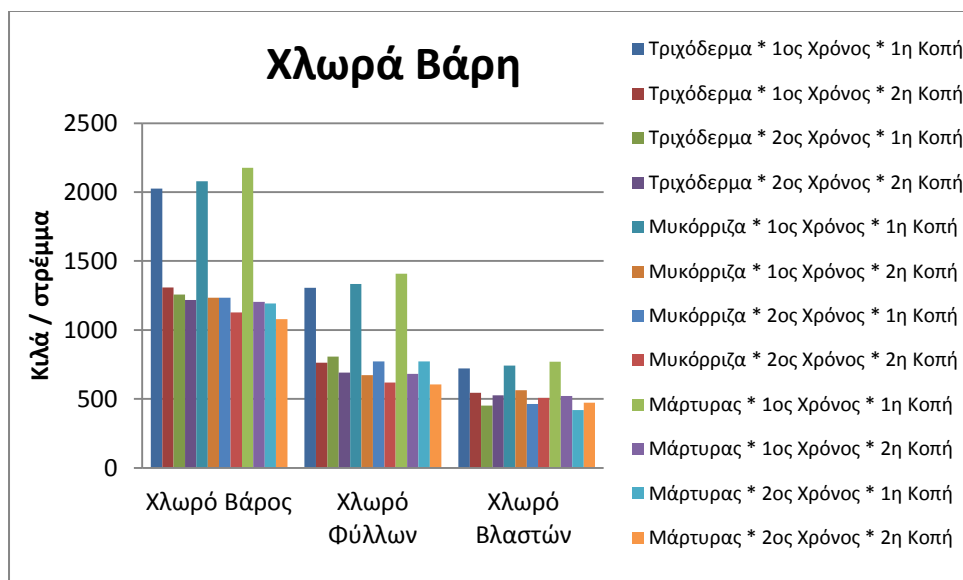
Σχήμα 4. Επίδραση των επεμβάσεων (τριχόδεσμα, μυκόρριζα) στο χλωρό βάρος φυτών βασιλικού στους δύο χρόνους πειραματισμού.



Σχήμα 5. Επίδραση των επεμβάσεων (τριχόδεσμα, μυκόρριζα) στο χλωρό βάρος φυτών βασιλικού στις δύο κοπές.



Σχήμα 6. Επίδραση του χρόνου πειραματισμού και του χρόνου κοπής στο χλωρό βάρος φυτών βασιλικού.



Σχήμα 7. Επίδραση των επεμβάσεων (τριχοδερμα, μυκόρριζα), του χρόνου πειραματισμού και του χρόνου κοπής στο χλωρό βάρος φυτών βασιλικού.

Από την ανάλυση των παραπάνω δεδομένων προκύπτουν τα εξής:

- Παρατηρήθηκε μείωση του χλωρού βάρους τόσο κατά το δεύτερο έτος πειραματισμού (Σχήμα 2), όσο και μεταξύ πρώτης και δεύτερης κοπής για το σύνολο του χρόνου πειραματισμού (Σχήμα 3), σε ποσοστά 30% και 28% αντίστοιχα. Οι μειώσεις αυτές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές.
- Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν στις τιμές του χλωρού βάρους λόγω των αλληλεπιδράσεων των τριών παραγόντων (χρόνος πειραματισμού, χρόνος κοπής και εφαρμογή τριχοδέρματος/μυκόρριζας) δεν ήταν στατιστικά σημαντικές (Σχήματα 4-7).
- Μικρότερη μείωση του χλωρού βάρους μεταξύ των κοπών (1^η και 2^η) παρατηρήθηκε κατά το δεύτερο έτος πειραματισμού (Σχήμα 6).
- Η συμμετοχή των φύλλων στην διαμόρφωση του συνολικού χλωρού βάρους ήταν μεγαλύτερη σε σχέση με αυτό των βλαστών και στα δύο χρόνια (Σχήμα 6).

Σε πολλές μελέτες έχει αποδειχθεί ότι η αύξηση του διαθέσιμου αζώτου αυξάνει σημαντικά το νωπό βάρος των φυτών, μέχρι ενός αρίστου (Sifola *et al.* 2006, Anwar *et al.* 2005).

Από τον Μοράκη (2009), αναφέρεται σημαντική επίδραση του χορηγούμενου αζώτου (μέχρι 20 kg/στρ) στην παραγωγή του νωπού βάρους φυτών βασιλικού των ποικιλιών Lettuce leaf κατά 27, 116, 168 % σε σχέση με το μάρτυρα για δόσεις αζώτου 5, 10 και 20 kg/στρ αντίστοιχα, και κατά 42, 78 και 146 % στην ποικιλία Red rubin μετά από χρονικό διάστημα τριάντα τριών ημερών από την εφαρμογή του αζώτου. Η αυξητική τάση που παρατηρήθηκε διατηρήθηκε έως και δύο μήνες μετά την εφαρμογή των λιπάνσεων. Για το σύνολο της καλλιεργητικής περιόδου την καλύτερη αντίδραση στη αζωτούχο λίπανση έδωσε η δόση των 20 kg/στρ αζώτου, η οποία μάλιστα διέφερε σημαντικά από αυτή των 10 kg/στρ.

Αυτό συμφωνεί και με τα αποτελέσματα μελέτης των Singh και Rao (2005), οι οποίοι αναφέρουν ότι η απόδοση σε νωπό βάρος φυτών βασιλικού επηρεάζεται σημαντικά από την αζωτούχο λίπανση με υψηλότερη αύξηση στη δόση εφαρμογής των 20 kgN/στρ.

7.1.2. Ξηρό βάρος

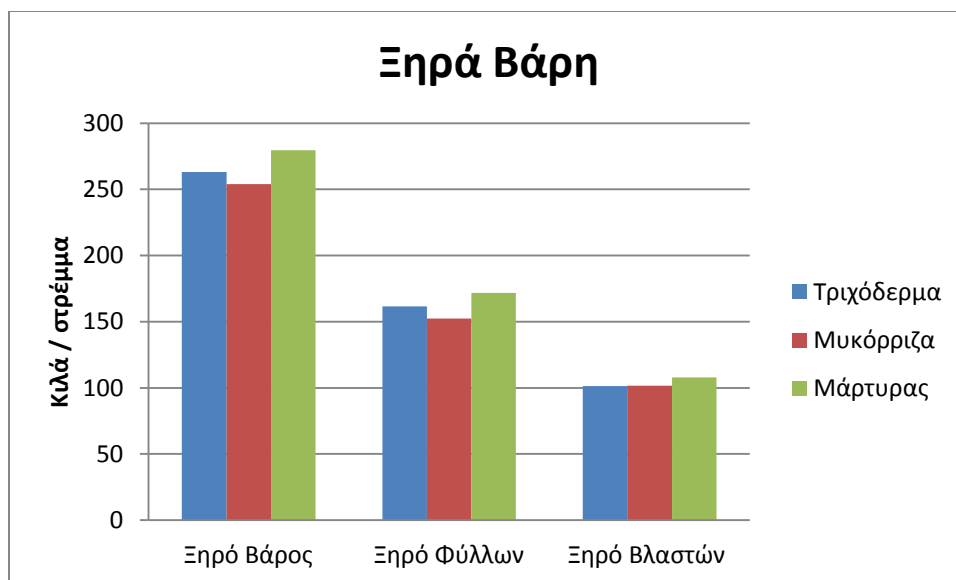
Από τα στοιχεία του παρακάτω πίνακα ανάλυσης της διασποράς διαπιστώνεται ότι το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών βασιλικού δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά καθ όλη τη διάρκεια του πειράματος εξ αιτίας των διαφορών επεμβάσεων (Σχήμα 8).

Πίνακας 4. Πίνακας ανάλυσης διασποράς ξηρού βάρους φυτών βασιλικού (συνολικού, φύλλων και βλαστών), όπως επηρεάστηκαν από τον χρόνο πειράματος, τον χρόνο κοπής και τις διαφορετικές επεμβάσεις (τριχόδερμα, μυκόρριζα).

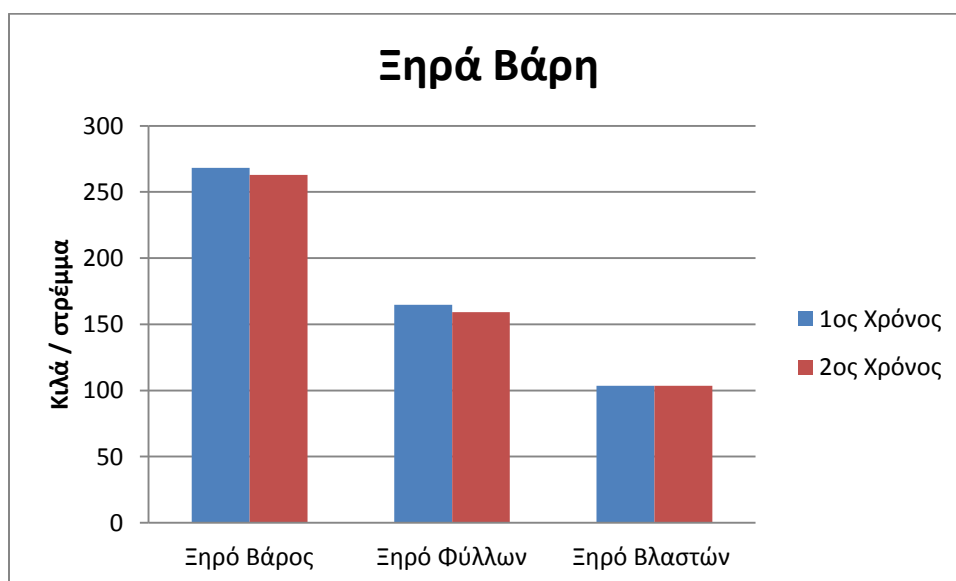
	Ξηρό Βάρος (kg/στρ)	Ξηρό Βάρος Φύλλων (kg/στρ)	Ξηρό Βάρος Βλαστών (kg/στρ)
Τριχόδερμα	263.1	161.7	101.4
Μυκόρριζα	253.9	152.3	101.6
Μάρτυρας	279.5	171.7	107.8
LSD _{0.05}	ns	ns	ns
1 ^{ος} Χρόνος	268.2	164.7	103.5
2 ^{ος} Χρόνος	262.8	159.1	103.6
EΣΔ _{0.05}	ns	ns	ns
1 ^η Κοπή	316.0	202.7	113.3

2 ^η Κοπή	215.0	121.1	93.9
LSD _{0.05}	22.47	15.12	8.62
Tρ * X ₁	264.5	164.1	100.4
Tρ * X ₂	261.7	159.4	102.3
Μυκ * X ₁	253.9	153.9	100.0
Μυκ * X ₂	253.9	150.8	103.1
Μ * X ₁	286.3	176.2	110.2
Μ * X ₂	272.7	167.2	105.5
LSD _{0.05}	ns	ns	ns
Tρ * K ₁	306.2	196.9	109.4
Tρ * K ₂	219.9	126.6	93.4
Μυκ * K ₁	308.2	195.3	112.9
Μυκ * K ₂	199.6	109.4	90.2
Μ * K ₁	333.6	216.0	117.6
Μ * K ₂	225.4	127.3	98.0
LSD _{0.05}	ns	ns	ns
X ₁ K ₁	327.3	210.9	116.4
X ₁ K ₂	209.1	118.5	90.6
X ₂ K ₁	304.7	194.5	110.2
X ₂ K ₂	220.8	123.7	97.1
LSD _{0.05}	ns	ns	ns
Tρ * X ₁ * K ₁	318.0	204.7	113.3
Tρ * X ₁ * K ₂	210.9	123.4	87.5
Tρ * X ₂ * K ₁	294.5	189.1	105.5
Tρ * X ₂ * K ₂	228.9	129.7	99.2
Μυκ * X ₁ * K ₁	321.1	206.2	114.8
Μυκ * X ₁ * K ₂	186.7	101.6	85.2
Μυκ * X ₂ * K ₁	295.3	184.4	110.9
Μυκ * X ₂ * K ₂	212.5	117.2	95.3
Μ * X ₁ * K ₁	343.0	221.9	121.1
Μ * X ₁ * K ₂	229.7	130.5	99.2
Μ * X ₂ * K ₁	324.2	210.2	114.1
Μ * X ₂ * K ₂	221.1	124.2	96.9
LSD _{0.05}	ns	ns	ns
CV (%)	14.0	15.4	13.7

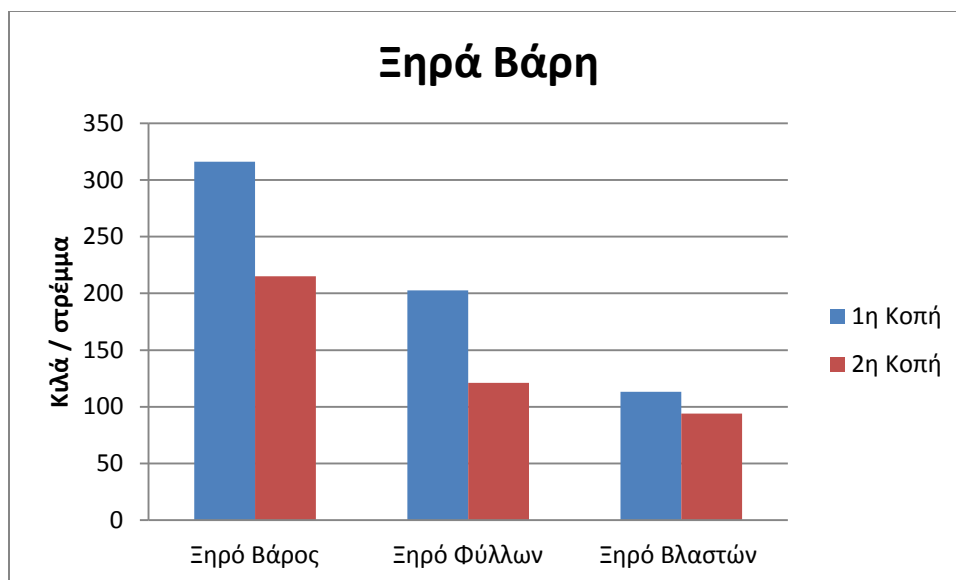
Τα στοιχεία του Πίνακα 4 αποδίδονται γραφικά στα παρακάτω σχήματα.



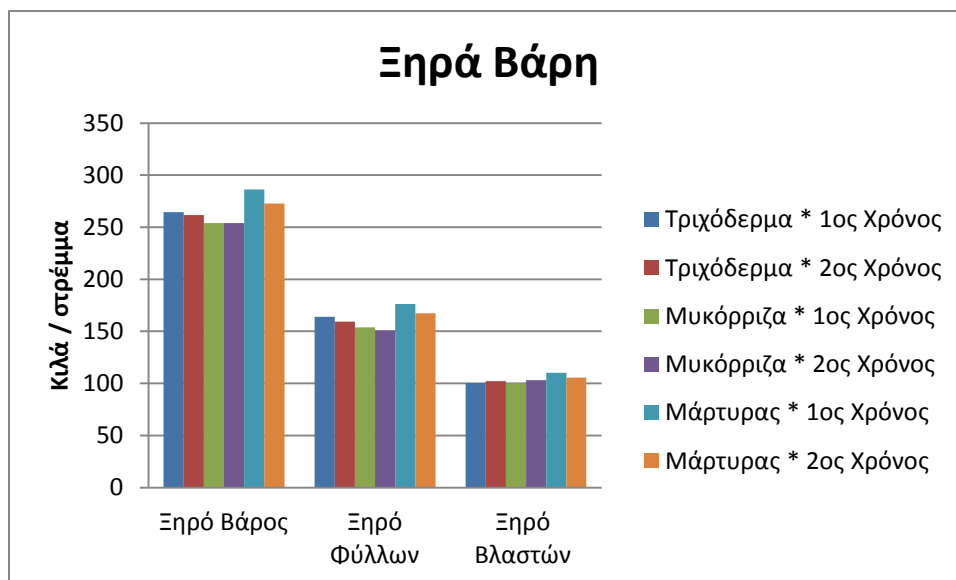
Σχήμα 8. Επίδραση των επεμβάσεων (τριχόδεσμα, μυκόρριζα) στο ξηρό βάρος κατά τη διάρκεια όλης της περιόδου πειραματισμού.



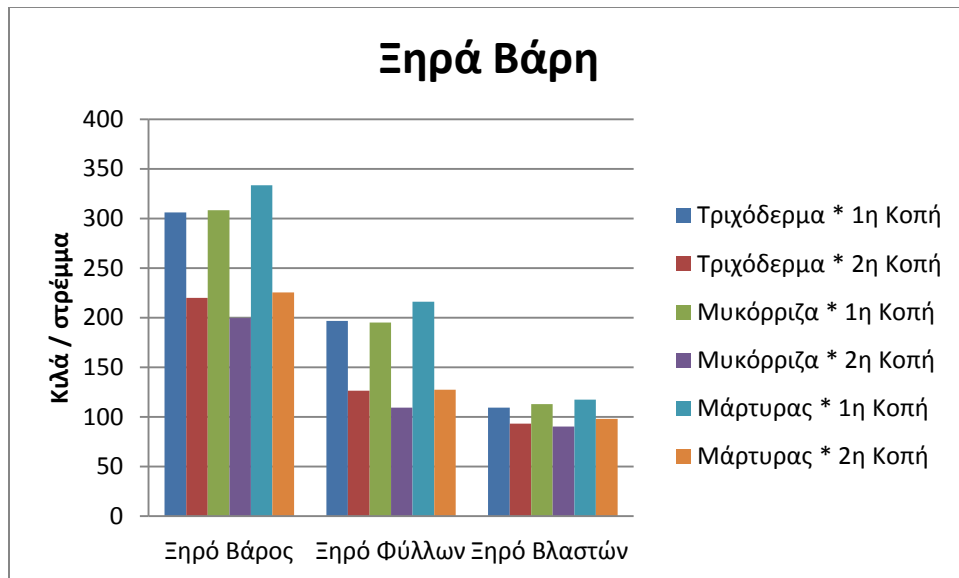
Σχήμα 9. Διακύμανση ξηρού βάρους φυτών βασιλικού στους δύο χρόνους πειραματισμού.



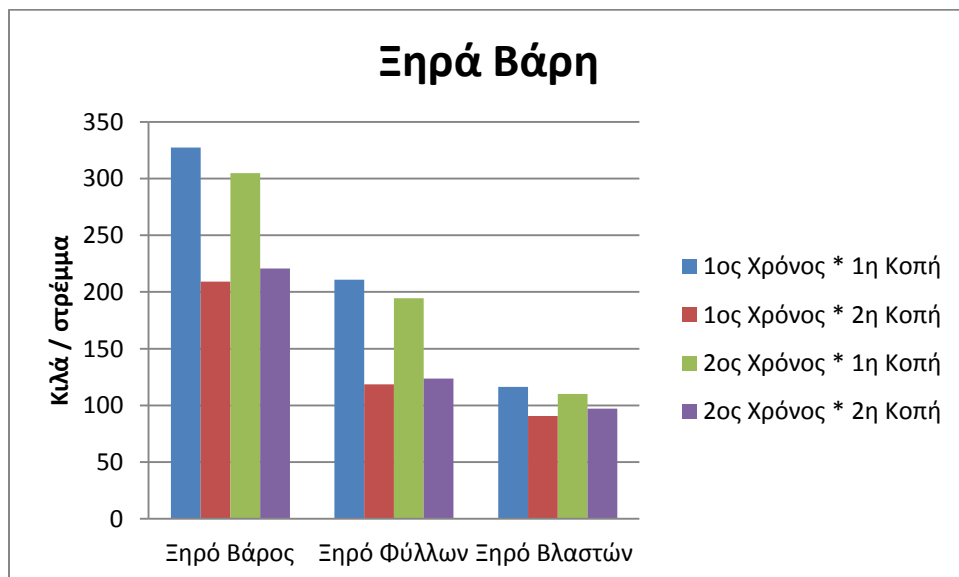
Σχήμα 10. Διακύμανση ξηρού βάρους φυτών βασιλικού στις δύο κοπές.



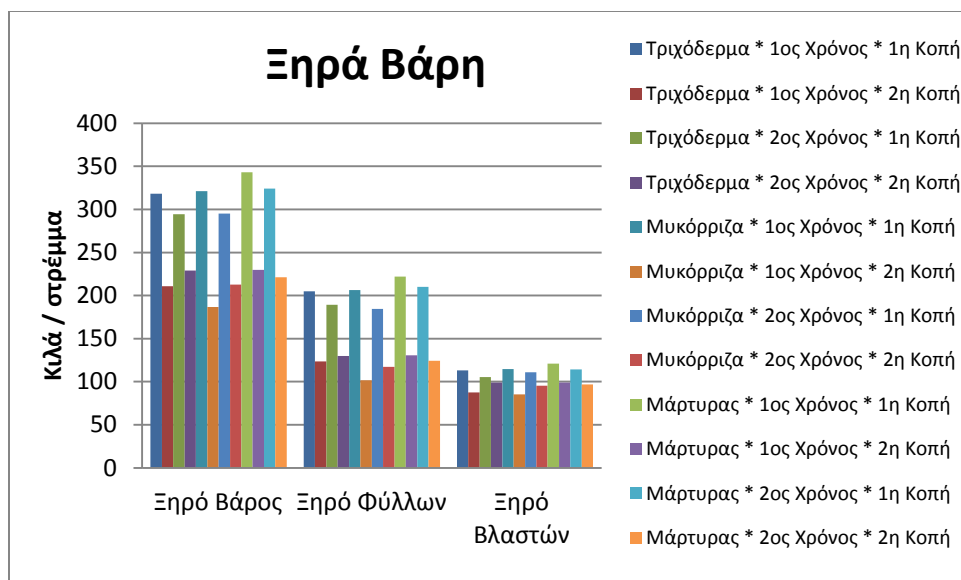
Σχήμα 11. Επίδραση των επεμβάσεων (τριχόδεσμα, μυκόρριζα) στο ξηρό βάρος φυτών βασιλικού στους δύο χρόνους πειραματισμού.



Σχήμα 12. Επίδραση των επεμβάσεων (τριχόδεσμα, μυκόρριζα) στο ξηρό βάρος φυτών βασιλικού στις δύο κοπές.



Σχήμα 13. Επίδραση του χρόνου πειραματισμού και του χρόνου κοπής στο ξηρό βάρος φυτών βασιλικού.



Σχήμα 14. Επίδραση των επεμβάσεων (τριχοδόερμα, μυκόρριζα), του χρόνου πειραματισμού και του χρόνου κοπής στο ξηρό βάρος φυτών βασιλικού.

Αναλύοντας τα διαγράμματα του ξηρού βάρους προκύπτει:

- Το ξηρό βάρος των φυτών του βασιλικού εμφανίζεται σχεδόν αμετάβλητο και στα δύο χρόνια του πειράματος σε αντίθεση με το χλωρό βάρος (Σχήμα 9), ενώ το ξηρό βάρος της δεύτερης κοπής εμφανίζεται μειωμένο σε σχέση με αυτό της πρώτης (Σχήμα 10), σε ποσοστό 28%, μείωση ίδια με αυτή που παρατηρήθηκε για τα αντίστοιχα χλωρά βάρη. Οι μειώσεις αυτές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές.
- Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν στις τιμές του ξηρού βάρους λόγω των αλληλεπιδράσεων των τριών παραγόντων (χρόνος πειραματισμού, χρόνος κοπής και εφαρμογή τριχοδόερματος / μυκόρριζας) δεν ήταν στατιστικά σημαντικές (Σχήματα 11-14).

Η μικρή μεταβολή των τιμών του ξηρού βάρους που παρατηρήθηκε μεταξύ της πρώτης και δεύτερης χρονιάς, και η οποία δεν ακολουθεί τη πτώση των αντίστοιχων τιμών του χλωρού βάρους, δεν συμφωνεί με τα αποτελέσματα διάφορων μελετών στις οποίες καταγράφεται σημαντική επίδραση της αζωτούχου λίπανσης και αύξηση της παραγωγής ξηρού βάρους, λόγω αυξανόμενων δόσεων αζωτούχου λίπανσης (Arabaci & Bayram 2004).

Ο Czabajski (1978), αναφέρει ότι η απόδοση ξηρού βασιλικού ανά στρέμμα ήταν 227 kg, χωρίς την προσθήκη αζώτου και με 6 kg P/στρ και 12 kg K/στρ. Η προσθήκη 20 kgN/στρ αύξησε την απόδοση κατά 44%, ενώ δεν παρατηρήθηκαν μεταβολές της απόδοσης με αυξημένη χορήγηση δόσεων φωσφόρου και καλίου. Ο Μοράκης (2009), παρατήρησε στατιστικά σημαντικές αυξήσεις του ξηρού βάρους φυτών βασιλικού των ποικιλιών Red rubin και Lettuce leaf, όταν αυξάνονταν τα επίπεδα της χορηγούμενης αζωτούχου λίπανσης.

7.2 Αιθέριο έλαιο

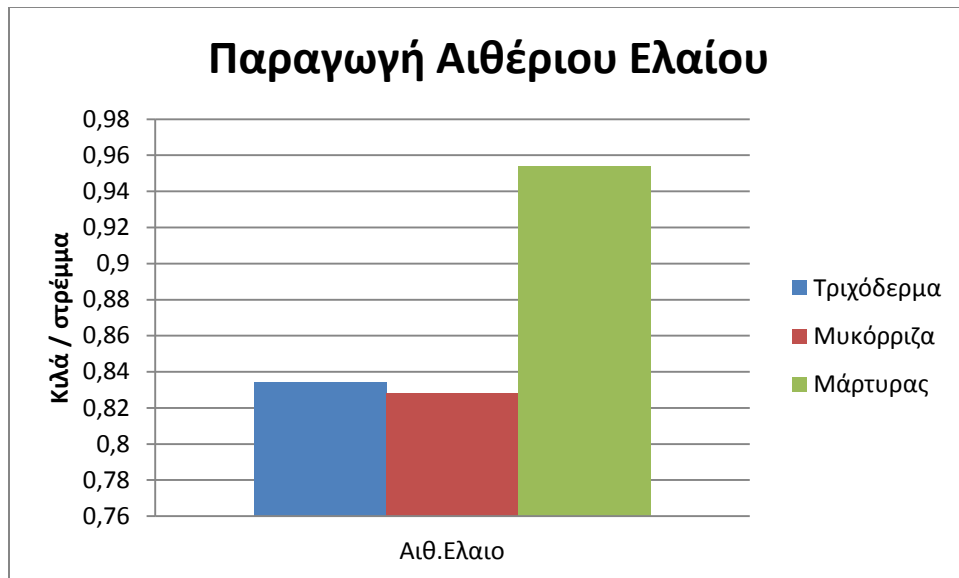
Παρακάτω δίνεται ο Πίνακας συνδυασμένης ανάλυσης παραλλακτικότητας ποσότητας και περιεκτικότητας (%) αιθέριου ελαίου φυτών βασιλικού.

Πίνακας 5. Πίνακας ανάλυσης διασποράς παραγωγής και περιεκτικότητας αιθέριου ελαίου φυτών βασιλικού, όπως επηρεάστηκαν από τον χρόνο πειράματος, τον χρόνο κοπής και τις διαφορετικές επεμβάσεις (τριχόδερμα, μυκόρριζα).

	Αιθ.Ελαιο (kg/στρ)	Αιθ.Ελαιο %
Τριχόδερμα	0.834	0.4394
Μυκόρριζα	0.828	0.4488
Μάρτυρας	0.954	0.4631
LSD_{0.05}	ns	ns
1 ^{ος} Χρόνος	0.936	0.4692
2 ^{ος} Χρόνος	0.808	0.4317
LSD_{0.05}	0.0814	0.03680
1 ^η Κοπή	1.621	0.7983
2 ^η Κοπή	0.124	0.1025
LSD_{0.05}	0.0900	0.03024
Τρ * X ₁	0.907	0.4650
Τρ * X ₂	0.761	0.4138
Μυκ * X ₁	0.901	0.4688
Μυκ * X ₂	0.755	0.4288
Μ * X ₁	1.001	0.4738
Μ * X ₂	0.908	0.4525
LSD_{0.05}	ns	ns
Τρ * K ₁	1.551	0.7863
Τρ * K ₂	0.117	0.0925
Μυκ * K ₁	1.533	0.7850
Μυκ * K ₂	0.123	0.1125

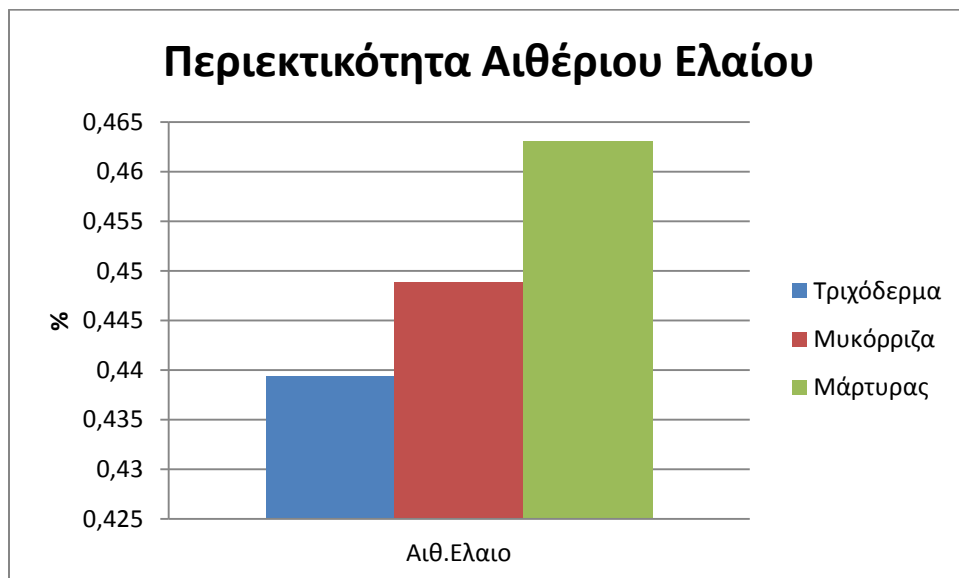
M * K ₁	1.778	0.8238
M * K ₂	0.131	0.1025
LSD _{0.05}	ns	ns
X ₁ K ₁	1.741	0.8267
X ₁ K ₂	0.132	0.1117
X ₂ K ₁	1.500	0.7700
X ₂ K ₂	0.116	0.0933
LSD _{0.05}	0.1150	ns
Tr * X ₁ * K ₁	1.678	0.8200
Tr * X ₁ * K ₂	0.136	0.1100
Tr * X ₂ * K ₁	1.424	0.7525
Tr * X ₂ * K ₂	0.097	0.0750
Mυκ * X ₁ * K ₁	1.684	0.8200
Mυκ * X ₁ * K ₂	0.118	0.1175
Mυκ * X ₂ * K ₁	1.382	0.7500
Mυκ * X ₂ * K ₂	0.128	0.1075
M * X ₁ * K ₁	1.861	0.8400
M * X ₁ * K ₂	0.141	0.1075
M * X ₂ * K ₁	1.694	0.8075
M * X ₂ * K ₂	0.121	0.0975
LSD _{0.05}	ns	ns
CV (%)	17.0	11.1

Από τα στοιχεία του πίνακα ανάλυσης της διασποράς (Πιν. 5), διαπιστώνεται ότι η παραγωγή του αιθέριου ελαίου των φυτών βασιλικού δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά καθ όλη τη διάρκεια του πειράματος, εξ αιτίας των διαφόρων επεμβάσεων. Στο Σχήμα 15, εμφανίζεται μια υπεροχή (περίπου 13%), της παραγωγής σε αιθέριο έλαιο των φυτών του Μάρτυρα σε σχέση με αυτά των επεμβάσεων με Τριχόδερμα και Μυκόρριζα, οι παραγωγές των οποίων είναι παρόμοιες.



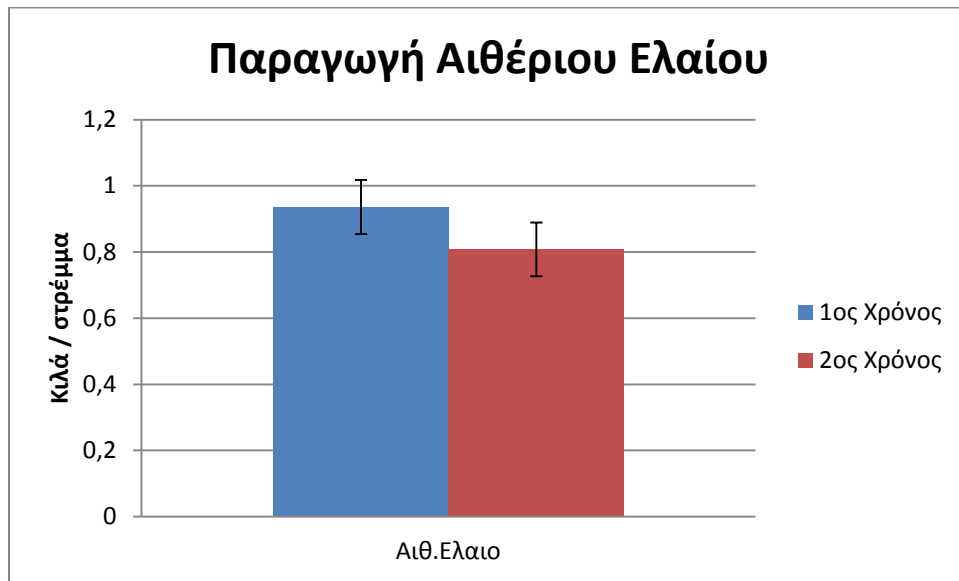
Σχήμα 15. Παραγωγή αιθέριου ελαίου φυτών βασιλικού σε όλη τη διάρκεια του χρόνου πειραματισμού.

Ανάλογα ισχύουν και για την περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου όπως φαίνεται και στο Σχήμα 16. Η περιεκτικότητα αιθέριου ελαίου των φυτών του μάρτυρα ήταν μεγαλύτερη κατά περίπου 5% σε σχέση με αυτή των επεμβάσεων.

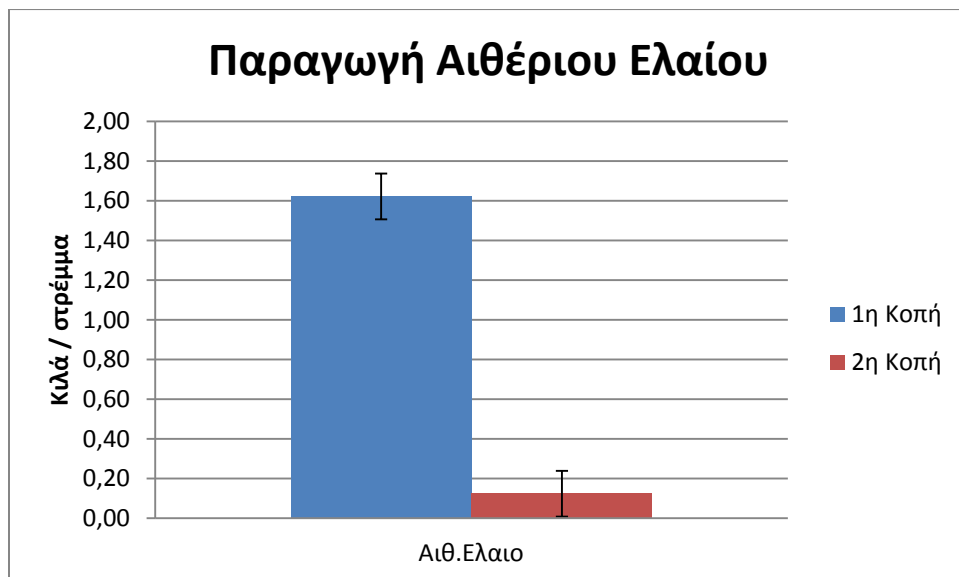


Σχήμα 16. Περιεκτικότητα (%) αιθέριου ελαίου φυτών βασιλικού σε όλη τη διάρκεια του χρόνου πειραματισμού.

Παρατηρήθηκε μείωση στην παραγωγή αιθέριου ελαίου μεταξύ πρώτης και δεύτερης χρονιάς πειραματισμού (περίπου 14%), και μεταξύ πρώτης και δεύτερης κοπής για όλη την διάρκεια του χρόνου του πειράματος, όπως αυτές αποτυπώνονται και στα σχήματα 17 και 18.

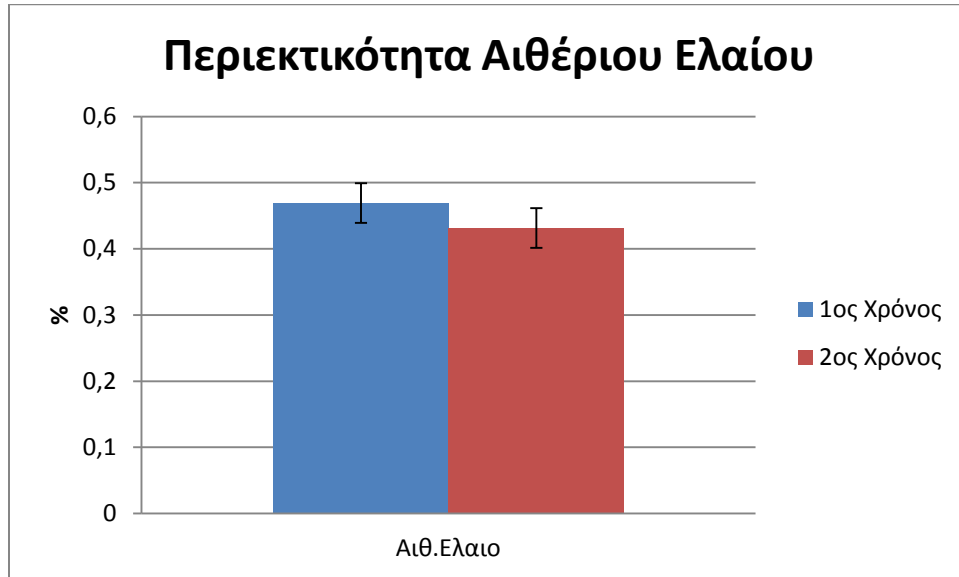


Σχήμα 17. Παραγωγή αιθέριου ελαίου φυτών βασιλικού στους δύο χρόνους πειραματισμού.

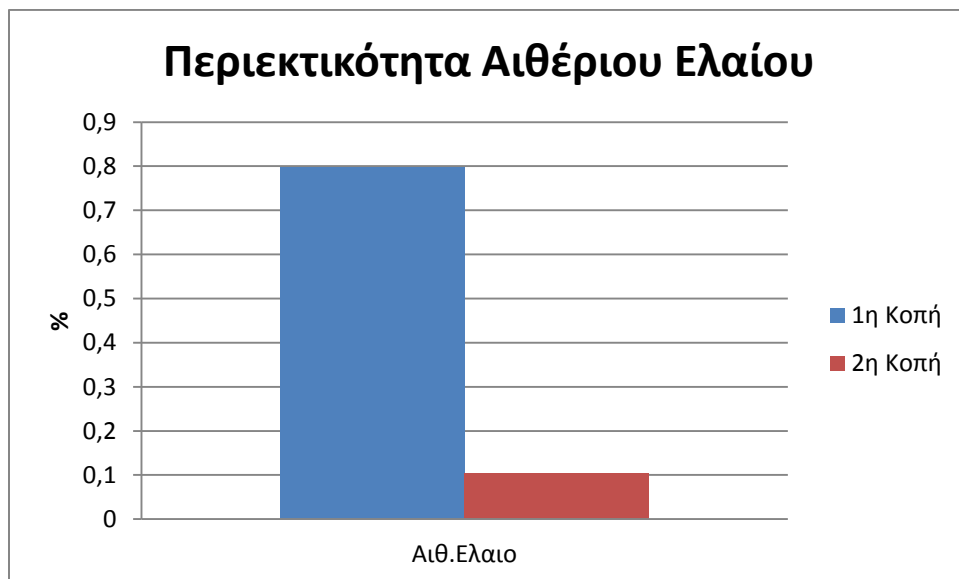


Σχήμα 18. Διακύμανση παραγωγής αιθέριου ελαίου φυτών βασιλικού στις δύο κοπές.

Η περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά, τόσο από τη χρονιά διεξαγωγής του πειράματος, όσο και από το χρόνο κοπής των φυτών (Σχήμα 19 και 20).



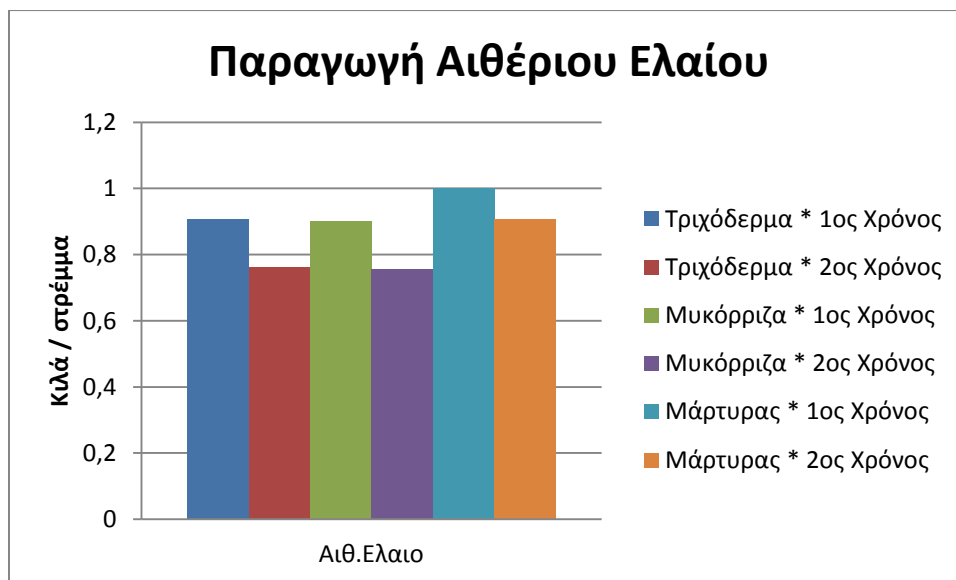
Σχήμα 19. Περιεκτικότητα αιθέριου ελαίου φυτών βασιλικού στους δύο χρόνους πειραματισμού.



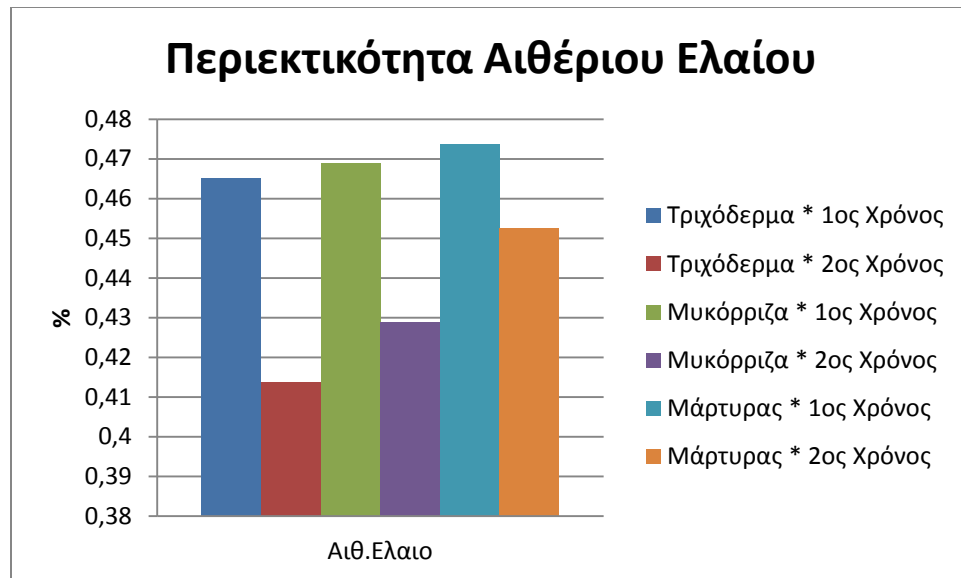
Σχήμα 20. Διακύμανση περιεκτικότητας αιθέριου ελαίου φυτών βασιλικού στις δύο κοπές.

Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, τόσο στην παραγωγή όσο και στην περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου, λόγω αλληλεπιδράσεων μεταξύ των

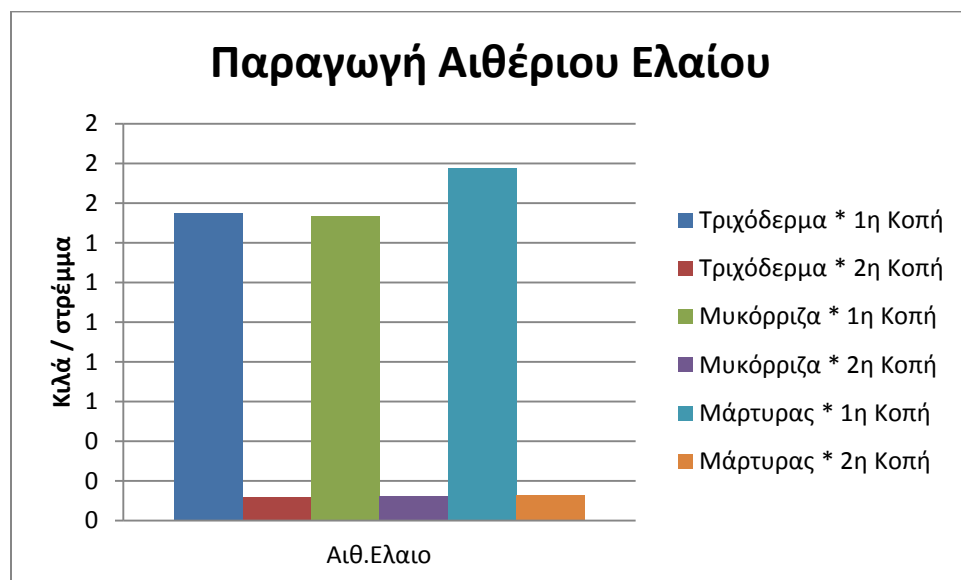
παραγόντων (χρόνος πειραματισμού, χρόνος κοπής και εφαρμογή τριχοδέρματος και μυκόρριζας), όπως αποδίδονται στα Σχήματα 21- 28. Ωστόσο, υπήρχε σε όλες τις περιπτώσεις (μάρτυρας, εφαρμογές τριχοδέρματος και μυκόρριζας) πολύ μεγάλη μείωση και της παραγωγής και της περιεκτικότητας αιθέριου ελαίου στη δεύτερη κοπή (βλ. τιμές πίνακα ανάλυσης διασποράς για τις αλληλεπιδράσεις των επεμβάσεων). Η μείωση της περιεκτικότητας από 0.8 σε 0.1% δεν λαμβάνεται υπόψη ως στατιστικά σημαντική όμως αξίζει περαιτέρω έρευνας γιατί στη δεύτερη κοπή σε όλες τις περιπτώσεις μειώνεται η παραγωγή αιθέριου ελαίου των φυτών.



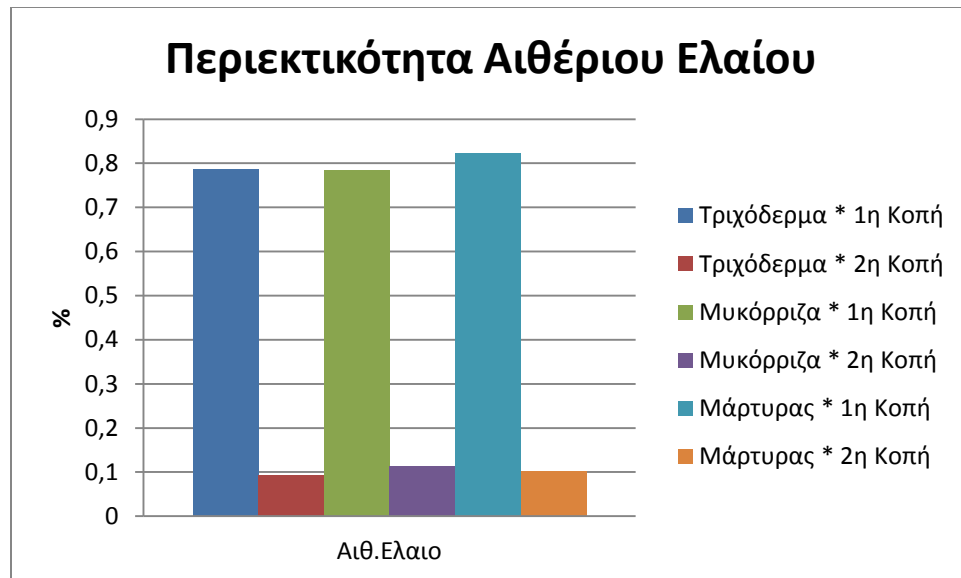
Σχήμα 21. Επίδραση των επεμβάσεων (τριχόδεσμα, μυκόρριζα) στη παραγωγή αιθέριου ελαίου φυτών βασιλικού στους δύο χρόνους πειραματισμού.



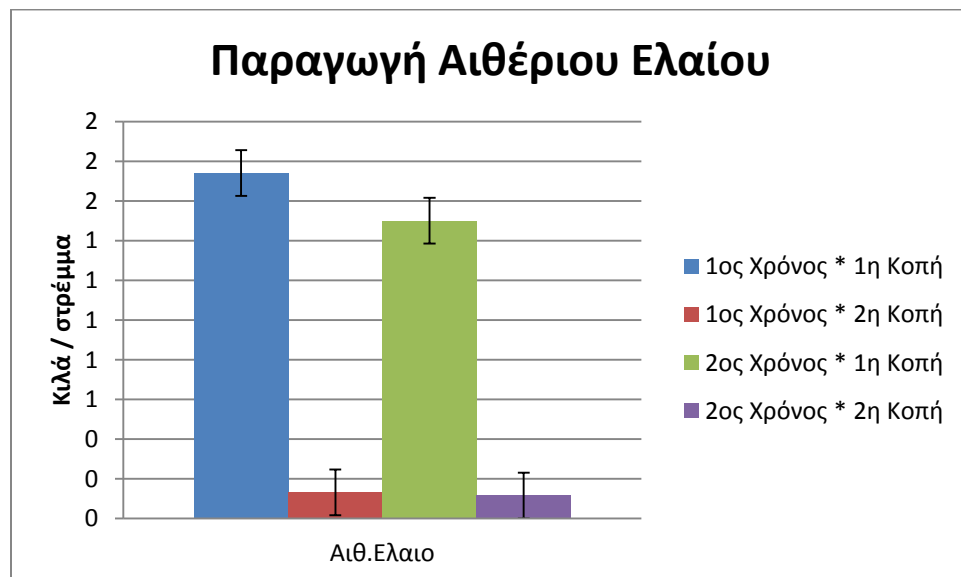
Σχήμα 22. Επίδραση των επεμβάσεων (τριχόδεσμα, μυκόρριζα) στη περιεκτικότητα αιθέριου ελαίου φυτών βασιλικού στους δύο χρόνους πειραματισμού.



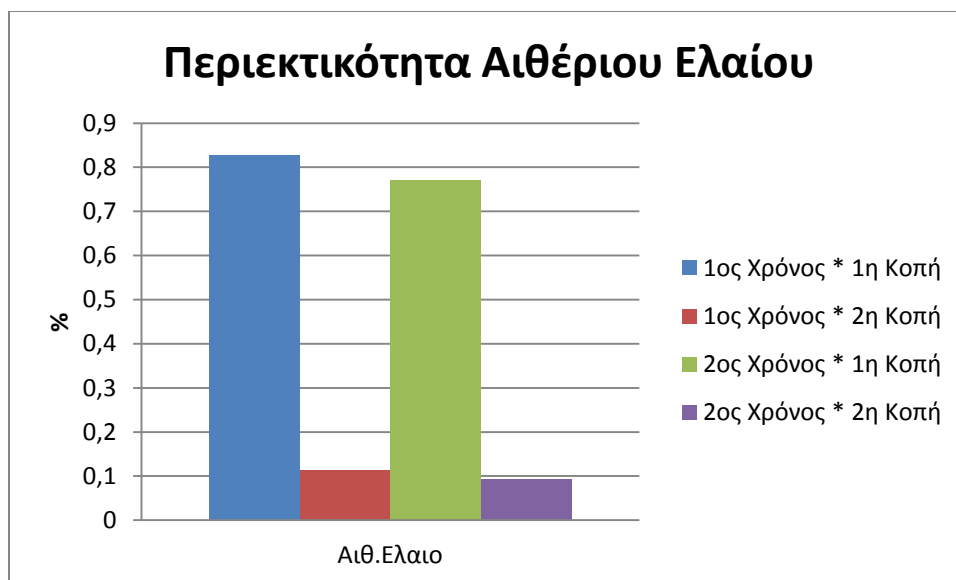
Σχήμα 23. Επίδραση των επεμβάσεων (τριχόδεσμα, μυκόρριζα) στην παραγωγή αιθέριου ελαίου φυτών βασιλικού στις δύο κοπές.



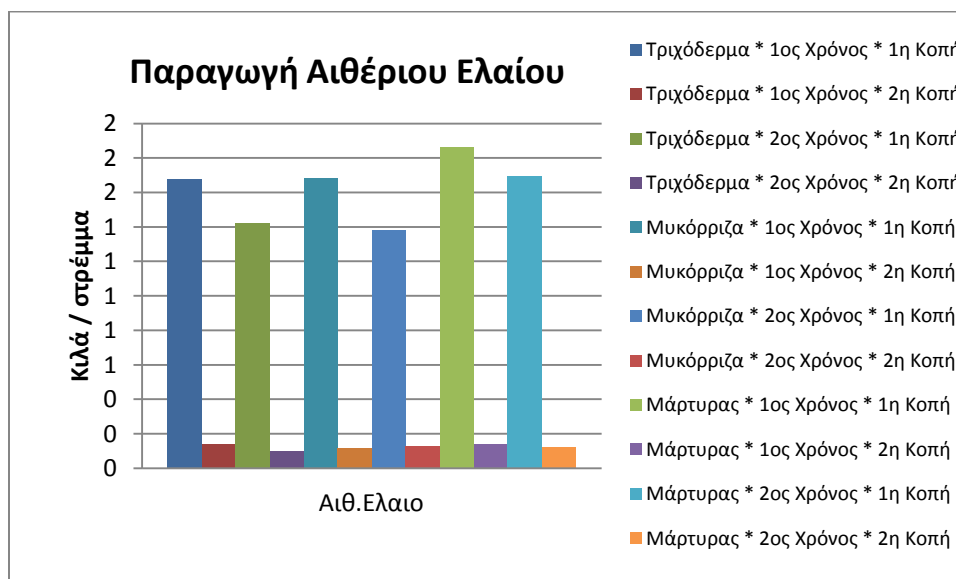
Σχήμα 24. Επίδραση των επεμβάσεων (τριχόδεσμα, μυκόρριζα) στην περιεκτικότητα αιθέριου ελαίου φυτών βασιλικού στις δύο κοπές.



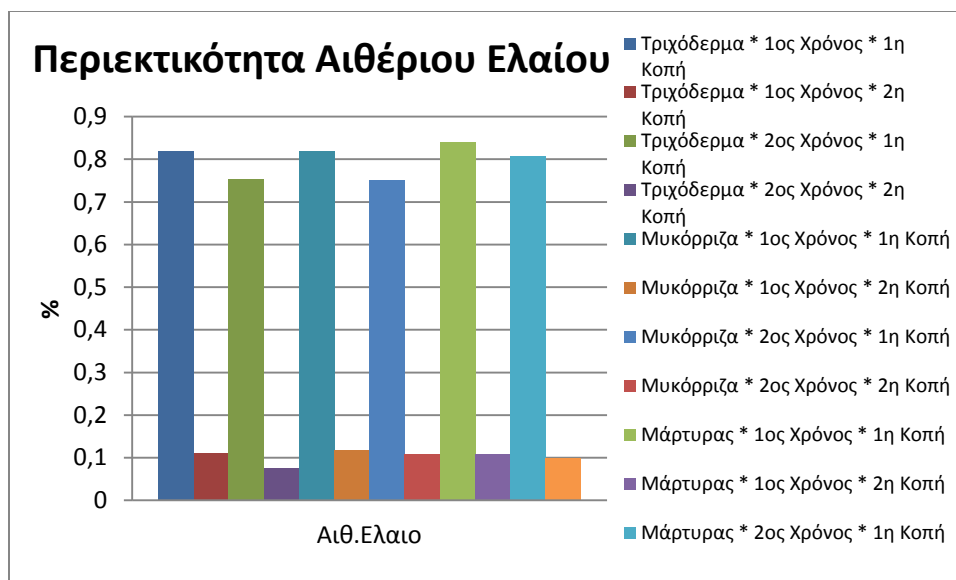
Σχήμα 25. Επίδραση του χρόνου πειραματισμού και του χρόνου κοπής στην παραγωγή αιθέριου ελαίου φυτών βασιλικού.



Σχήμα 26. Επίδραση του χρόνου πειραματισμού και του χρόνου κοπής στην περιεκτικότητα αιθέριου ελαίου φυτών βασιλικού.



Σχήμα 27. Επίδραση των επεμβάσεων (τριχόδεσμα, μυκόρριζα), του χρόνου πειραματισμού και του χρόνου κοπής στην παραγωγή αιθέριου ελαίου φυτών βασιλικού.



Σχήμα 28. Επίδραση των επεμβάσεων (τριχόδεσμα, μυκόρριζα), του χρόνου πειραματισμού και του χρόνου κοπής στην περιεκτικότητα αιθέριου ελαίου φυτών βασιλικού.

Η πιο σημαντική παρατήρηση μέσα από την μελέτη των τιμών είναι η αισθητή μείωση της παραγωγής και κατ'επέκταση της περιεκτικότητας αιθέριου ελαίου στη δεύτερη κοπή σε όλες τις εφαρμογές η οποία εμφανίζεται και στις δύο χρονιές διεξαγωγής του πειράματος.

Το γεγονός ότι τα χρονικά διαστήματα μεταξύ της εγκατάστασης του πειράματος (μεταφύτευση φυτών) και της πρώτης κοπής, καθώς και μεταξύ της πρώτης και δεύτερης κοπής είναι ίδια και ίσα με δύο μήνες και το 2018 και το 2019, όπως επίσης και η εποχή κατά την οποία γίνονταν οι παραπάνω εφαρμογές, άρα και οι κλιματικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία), ήταν παρόμοιες (τέλος άνοιξης, μέσα καλοκαιριού, αρχές φθινοπώρου) καθιστά συγκρίσιμα τα αποτελέσματα. Πλην όμως η ασυμφωνία που παρατηρήθηκε στη μεταβολή μεταξύ των τιμών χλωρού και ξηρού βάρους για τη συνολική διάρκεια του πειράματος χρειάζεται περαιτέρω εξέταση.

Η αυξημένη περιεκτικότητα σε αιθέριο έλαιο κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, έχει παρατηρηθεί σε πλήθος μελετών της ποικιλότητας των αιθέριων ελαίων των αρωματικών φυτών της οικογένειας *Labiatae* (Putievsky *et al.* 1986, Kokkini *et al.* 1997). Σε αυτές φαίνεται ότι η περιεκτικότητα των αιθέριων ελαίων παρουσιάζει εποχιακή

ποικιλότητα, με μείωση κατά το φθινόπωρο και το χειμώνα και μεγαλύτερες τιμές το καλοκαίρι. Επίσης, το στάδιο ανάπτυξης των φυτών, σχετίζεται με την απόδοση σε αιθέρια έλαια, με το στάδιο ανθοφορίας να παρουσιάζει τη μέγιστη απόδοση που δίνει το συγκεκριμένο φυτό. Πολύ σημαντικός είναι ο ρόλος της θερμοκρασίας και της UVB ακτινοβολίας (Fahlen *et al.* 1997, Ioannidis *et al.* 2002). Επίσης η διάρκεια αλλά και η ένταση του φωτός επηρεάζει αυξητικά την παραγωγή των αιθέριων ελαίων (Yamaura *et al.* 1989).

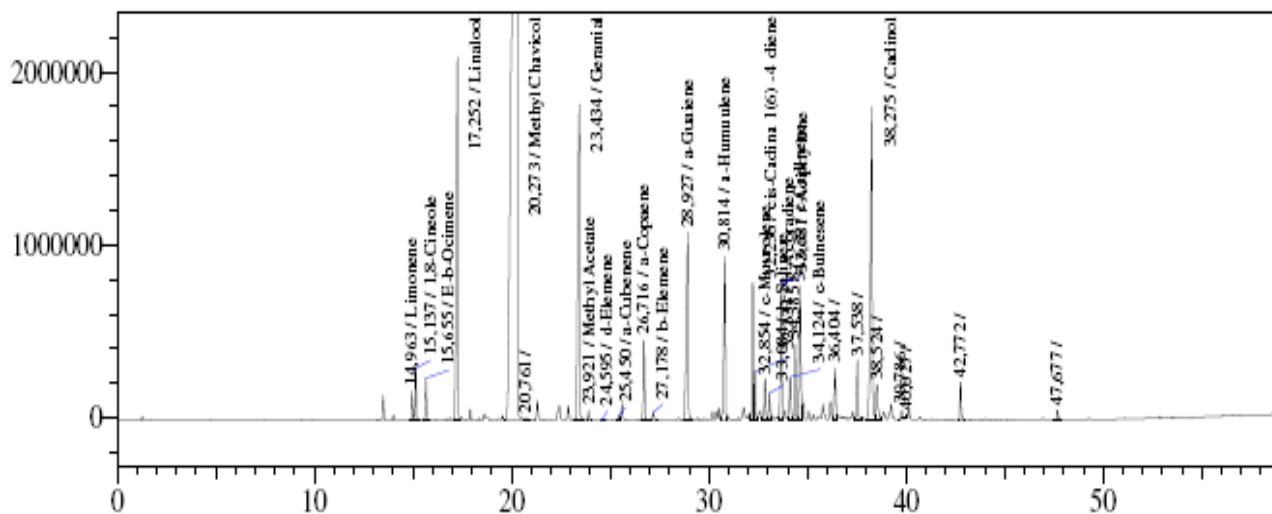
Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται τα αποτελέσματα της χημικής ανάλυσης αιθέριου ελαίου βασιλικού και για τις τρεις επεμβάσεις του πειράματος.

Πίνακας 6. Χημική σύσταση αιθέριου ελαίου βασιλικού φυτών και για τις τρεις επεμβάσεις του πειράματος. 1. Μάρτυρα, 2. *Trichoderma*, 3. Μυκόρριζα.

ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ (%)	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	TRICHODERMA	ΜΥΚΟΡΙΖΑ
a-Pinene			0.014
Camphlene			0.004
Sabinene			0.035
b-Pinene			0.366
Mycerene			0.065
Lauroene	0.452	0.418	0.420
1,8 Cineole	0.765	0.712	0.701
Z-b Ocimene			0.006
E-b- Ocimene	0.616	0.583	0.534
C-Terpinene			0.015
cis-Terpinene hydrate			0.020
cis Linalool oxide			0.027
Linalool	7.083	7.209	6.696
1-octen-3-yl acetate			0.006
Menthone			0.063
Borneol/isomethone			0.296
Menthol			0.029
Terpinen-4-ol			0.058
a-Terpineol			0.065
Methyl chavicol	51.497	56.603	56.030
Geraniol			0.804
Geranial	7.280	2.888	2.089
Bornyl Acetate			0.013

Methyl Acetate	0.134		0.141
d-Elemene	0.016		0.010
a-Cubane	0.096		0.035
a-Copaene	1.257	1.344	1.071
b-Elemene	0.123	0.147	0.149
a-Guaiene	4.358	4.750	4.066
a-Humuulene	3.076	2.677	2.365
cis-Cadina 1(6) - 4 diene	2.508	3.469	2.350
b-Acoradiene	0.735		0.522
c-Muurolene	0.759	0.742	0.630
b-Selinene	0.470	0.472	0.420
Aciphylene	2.445	2.352	2.058
c-Bulnesene	0.908	0.971	0.866
c-Cadiene	2.733	2.674	2.632
Spathulenol		1.054	1.149
1,10 di-epi Cubenol		0.986	0.903
Cadinol	7.612	7.423	6.535

Μάρτυρας



Το αιθέριο έλαιο αναλύθηκε χρησιμοποιώντας αέριο χρωματογράφο διασυνδεδεμένο με φασματόμετρο μάζας χρησιμοποιώντας στήλη GC-MS συντηγμένου πυριτίου DB-5. Το σχετικό περιεχόμενο κάθε ένωσης υπολογίστηκε ως ποσοστό της συνολικής χρωματογραφικής περιοχής και τα αποτελέσματα εκφράζονται ως το μέσο ποσοστό (%) των επαναλήψεων που πραγματοποιήθηκαν. Η ταυτοποίηση της ένωσης βασίστηκε στη σύγκριση των δεικτών κατακράτησής τους (RI) σε σχέση με τα n-alkanes (C_7-C_{22}), σε αντιστοίχιση με τη βιβλιογραφία και των φασμάτων τους με αυτά των MS-βιβλιοθηκών (NIST 98, Willey).

Από την ανάλυση των παραπάνω στοιχείων προκύπτει ότι τα φυτά του Μάρτυρα και της επέμβασης με *Trichoderma* δίνουν αιθέριο έλαιο παρόμοιας ποιοτικής σύστασης, σε αντίθεση με τα φυτά της επέμβασης με Μυκόριζα, όπου τα συστατικά του αιθέριου ελαίου τα οποία ανιχνεύονται είναι περισσότερα έστω και σε μικρές ποσότητες, δίνοντας αιθέριο έλαιο με πλουσιότερη χημική σύσταση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8ο : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την ανάλυση των πειραματικών μετρήσεων προέκυψαν τα εξής :

Το χλωρό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών βασιλικού δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά καθ όλη τη διάρκεια του πειράματος εξ αιτίας των διαφόρων επεμβάσεων. Η μείωση των τιμών του χλωρού βάρους που παρατηρήθηκε μεταξύ των χρόνων πειραματισμού, πιθανόν να οφείλεται σε μείωση των διαθέσιμων μακροθρεπτικών στοιχείων (N,P,K), κυρίως αζώτου ή σε καλύτερη αξιοποίηση του διαθέσιμου αζώτου κατά την πρώτη χρονιά. Παράλληλα το ξηρό βάρος των φυτών του βασιλικού εμφανίζεται σχεδόν αμετάβλητο και στα δύο χρόνια του πειράματος σε αντίθεση με το χλωρό βάρος.

Το γεγονός ότι η μείωση του χλωρού βάρους την δεύτερη χρονιά πειραματισμού δεν συνοδεύτηκε με αντίστοιχη μείωση του ξηρού βάρους των φυτών, δείχνει ότι οι ιστοί των φυτών της πρώτης χρονιάς, και ειδικά αυτών της πρώτης κοπής, ήταν περισσότερο υδαρείς συγκριτικά με αυτούς των άλλων χρονικών στιγμών, όπου πραγματοποιήθηκαν οι υπόλοιπες μετρήσεις, ίσως λόγω μεγαλύτερης απορρόφησης και αξιοποίησης του εδαφικού αζώτου.

Το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος των φυτών βασιλικού καθ όλη τη διάρκεια του πειράματος παρέμεινε στατιστικά αμετάβλητο εξ αιτίας των διαφόρων επεμβάσεων.

Τόσο η παραγωγή όσο και η περιεκτικότητα του αιθέριου ελαίου των φυτών βασιλικού δεν επηρεάστηκε στατιστικά σημαντικά καθ όλη τη διάρκεια του πειράματος, εξ αιτίας των διαφόρων επεμβάσεων. Όμως υπήρχε σε όλες τις περιπτώσεις (μάρτυρας, εφαρμογές τριχοδέρματος και μυκόρριζας) πολύ μεγάλη μείωση και της παραγωγής και της περιεκτικότητας αιθέριου ελαίου στη δεύτερη κοπή. Η πρώτη κοπή στα πειράματα της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκε στα μέσα καλοκαιριού και στο στάδιο ανθοφορίας, γεγονός που εξηγεί τη μέγιστη περιεκτικότητα που καταγράφηκε. Η δεύτερη κοπή και η σημαντική μείωση της περιεκτικότητας πιθανόν να οφείλεται σε κλιματικούς

παράγοντες (μείωση της θερμοκρασίας και της διάρκειας της ημέρας από Ιούλιο σε Σεπτέμβριο), και σε φυσιολογικούς παράγοντες που σχετίζονται με το βιολογικό στάδιο ανάπτυξης των φυτών - ηλικία - και σε άλλους παράγοντες (διαθεσιμότητα μακροθρεπτικών στοιχείων, προσβολές από έντομα μύκητες κ.α.). Κατά την θερινή περίοδο, όπου η θερμοκρασία του περιβάλλοντος καθώς και η ηλιακή ακτινοβολία είναι αυξημένες, ο μεταβολισμός των φυτών είναι εντονότερος, η φωτοσύνθεση περισσότερο ενεργή και αποδοτική, ενώ η αναγωγή του ανόργανου αζώτου ιδιαίτερα των νιτρικών ανιόντων που κυρίως απορροφούν τα φυτά, σε οργανικό άζωτο είναι πιο αυξημένη (Steingrover *et al.*, 1993).

Πιθανόν τα φυτά στο χρονικό διάστημα που μεσολάβησε μεταξύ των δύο κοπών να μην μπόρεσαν να αναπτύξουν στο μέγιστο την παραγωγή (βιοσύνθεση) δευτερογενών μεταβολιτών, όπως είναι τα αιθέρια έλαια, ασχέτως του μεγέθους της βλαστικής τους ανάπτυξης το οποίο εμφάνιζαν κατά το χρόνο της δεύτερης κοπής.

Έχει διαπιστωθεί (Sifola *et al.* 2006, Anwar *et al.*, 2005) ότι αύξηση της αζωτούχου λίπανσης φυτών βασιλικού έχει οδηγήσει και σε αύξηση της απόδοσης του αιθέριου ελαίου. Με αυτό δεν συμφωνεί μελέτη των Arabaci & Bayran (2004), οι οποίοι δεν διαπιστώνουν ανάλογη επίδραση της αζωτούχου λίπανσης. Η αύξηση της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο συνδέεται με το μέγεθος της φυλλικής επιφάνειας των φυτών αφού η απόδοση σε αιθέριο έλαιο εξαρτάται κυρίως από το πλήθος και το μέγεθος των ελαιοφόρων τριχιδίων (Μοράκης, 2009). Η σύνθεση του αιθέριου ελαίου γίνεται στα αδενικά τριχίδια (Μποζαμπαλίδης, 2008), και συνεπώς αύξηση της φυλλικής επιφάνειας, οδηγεί και σε αύξηση του αριθμού των αδενικών τριχιδίων και επομένως και σε αύξηση της απόδοσης σε αιθέριο έλαιο.

Εικάζεται ότι το ποσοστό του διαθέσιμου εδαφικού αζώτου του πειραματικού αγρού, ή και σε συνδυασμό με τις συγκεκριμένες ποσότητες των χορηγούμενων σκευασμάτων, δεν ήταν ικανά στο να αναδείξουν την επίδραση των επεμβάσεων με *Trichoderma* και Μυκόριζα τόσο στην παραγωγή χλωρού και νωπού βάρους όσο και σε αυτή του αιθέριου ελαίου.

Αναφορικά με την ποιοτική σύνθεση των παραγόμενων αιθερίων ελαίων όπως αυτή αποτυπώθηκε στον Πιν. 6, τα φυτά της επέμβασης με Μυκόριζα έδωσαν αιθέριο έλαιο με πλουσιότερη χημική σύσταση, σε σχέση με τα φυτά του Μάρτυρα και της επέμβασης με *Trichoderma*. Η παρατηρούμενη επίδραση της μυκόριζας στην ποιοτική σύνθεση του αιθερίου ελαίου δείχνει ότι σε καλλιέργεια βασιλικού, οι επεμβάσεις με αυτής της κατηγορίας συμβιωτικών οργανισμών, συμβάλλουν στην παραγωγή πλουσιότερου ποιοτικά αιθερίου ελαίου και θα πρέπει να συστήνεται η εφαρμογή τους, ενώ ενδιαφέρον παρουσιάζει περαιτέρω έρευνα με αφορμή αυτά τα αποτελέσματα, παράλληλα και σε συνδυασμό με ερευνητικά προγράμματα θρέψης βασιλικού.

Τέλος ενδιαφέρον σημειώνει η ελαφρά υπεροχή του Μάρτυρα στην παραγωγή και περιεκτικότητα του αιθερίου ελαίου σε σχέση με αυτή των επεμβάσεων στο συνολικό χρόνο του πειράματος, που ναι μεν δεν είναι στατιστικά σημαντική, δείχνει όμως ότι χρειάζεται περαιτέρω έρευνα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Abdelazir M., Pokluda R. and Abdelwahab M. (2007). Influence of compost, micdroorganisms and NPK fertilizer upon growth, chemical composition and essential oil production of *Rosmarinus Officinalis L.* *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj.* 35(1): 86-910.

Abril M. and Hanano R., (1998). Ecophysiological responses of three evergreen woody Mediterranean species to water stress. *Acta Oecologica* 19 (4): 377-387.

Abubakr M.J.S., Radoglou K. Noitsakis B. and Smiris P. (2009). *Differences in ecophysiological responses to summer drought between seedlings of three deciduous oak species Forest Ecology and Management*, Volume 258 (1): 35-42.

Adriano D.C., (2001). *Trace elements in the Terrestrial Environment*, Springer-Verlag, New York.

Aherne, S. A., et al. (2002). Dietary flavonols: Chemistry, food content, and metabolism. *Nutrition* 18:75–81.

Akoumianakis A. K., Passam C. H., Barouchas E. P., Moustakas K. N., (2008). Effect of cadmium on yield and cadmium concentration in the edible tissues of endive (*Cichorium endivia L.*) and rocket (*Eruca sativa Mill.*), *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol.6 (3&4) : 206-209.

Allen, A.G., E. Nemitz, J.P. Shi, R.M. Harrison and J.C. Greenwood, (2001). Size distributions of trace metals in atmospheric aerosols in the United Kingdom, *Atmospheric Environment* 35.

Alloway B., (1995). *Heavy Metals in Soils. Blackie Academic Professional*, Chapman & Hall. Second Edition, p: 155-164.

- Almela, L., et al. (2006): Liquid chromatographic-mass spectrometric analysis of phenolics and free radical scavenging activity of rosemary extract from different raw material. *J. Chromatogr. A* 1120:221–229.
- Anwar M., Patra D. D., Chand S., Alpesh K., Naqvi A. A., Khanuja S. P. S. (2005). Effect of Organic Manures and Inorganic Fertilizer on Growth, Herb and Oil Yield, Nutrient Accumulation, and Oil Quality of French Basil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, Volume 36, Issue 13: 1737 – 1746.
- Arabaci O., Bayram E. (2004). The effect of nitrogen fertilization and different plant densities on some agronomic and technologic characteristic of *Ocimum basilicum* L. (Basil). *Journal of Agronomy*.
- Auge R.M. (2001). Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza* 11:3-42.
- Aurier P.- Siriex L., (2010), *Marketing αγροτικών προϊόντων και τροφίμων*, Εκδόσεις Προπομπός, Αθήνα.
- Azcon-Aguilar C.M. Jaizme-Vega C. and Calvet C. (2002). *The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi to the control of soilborne plant pathogens*. Pages 187-197 in S. Gianinazzi, H. Schuepp, K. Haselwandter, and J. M. Barea, editors. *Mycorrhizal Technology in Agriculture: From Genes to Bioproducts*. Basel: ALS Birkhauser Verlag.
- Barazani, O., Dudai, N., Khadka, U.R., Golan-Goldhirsch, A., (2004). Cadmium accumulation in *Allium schoenoprasum* L. grown in an aqueous medium, *Chemosphere* 57, 1213-1218.
- Beccaloni E., Vanni F., Beccaloni M., Carere M., (2013). Concentrations of arsenic, cadmium, lead and zinc in homegrown vegetables and fruits: Estimated intake by population in an industrialized area of Sardinia, Italy, *Microchemical Journal*, Volume 107. p.190-195.

- Benhamou N and Garand C., (2001), Cytological Analysis of Defense-Related Mechanisms Induced in Pea Root Tissues in Response to Colonization by Nonpathogenic *Fusarium oxysporum* Fo47. *The American Phytopathological Society*. 91:730-740
- Bertoli A. C., Cannata M. G., Carvalho R., Bastos A. R. R., Freitas M. P., Augusto A., (2012). *Lycopersicon esculentum* submitted to Cd-stressful conditions in nutrition solution: Nutrient contents and translocation, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Vol. 86. p. 176-181.
- Boularbah, A., Schwartz, C., Bitton, G., Abouddrar, W., Ouhammou, A., Morel, J.L., (2006). Heavy metal contamination from mining sites in south Morocco: 2.
- Brekken A., Steinnes E., (2004). Seasonal concentrations of cadmium and zinc in native pasture plants: consequences for grazing animals, *Science of the Total Environment*, In Press.
- Brown Deni, (1995). *Encyclopedia of Herbs and Their Uses* (Herb Society of America), Dorling Kindersley Pub. Inc., New York, NY.
- Brunner I. and Frey B. (2000). Detection and localization of aluminum and heavy metals in ectomycorrhizal Norway spruce seedlings. *Environmental Pollution* 108:121-128
- Carlsen, M. H., et al. (2010). The total antioxidant content of more than 3100 foods, beverages, spices, herbs and supplements used worldwide. *Nutr. J.* 9:3.
- Chandanie W.A. Kubota M. Hyakumachi M. (2005). Interaction between plant growth promoting fungi and arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* and induction of systemic resistance to anthracnose disease in cucumber. *Plant Soil* 286:209-217
- Chaney RL, Ryan JA, Li YM and Brown SL, (1999). *Soil cadmium as a threat to human health*. In: McLaughlin MJ and Singh BR (eds) *Cadmium in soils and plants*, pp 219-246. Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, the Netherlands.
- Chen H.M., Zheng C.R., Tu C., Shen Z.G., (2000). Chemical methods and phytoremediation of soil contaminated with heavy metals, *Chemosphere* 41:229- 234.

Cho, U-H., Seo, N-H., (2005). Oxidative stress in *Arabidopsis thaliana* exposed to cadmium is due to hydrogen peroxide accumulation. *Plant Sci.* 168, 113-120.

Clemens, S., (2006). Toxic metal accumulation, responses to exposure and mechanisms of tolerance in plants. *Biochimie* 88, 1707-1719.

COM (2014) 180: Proposal for a regulation of the European parliament and of the council on organic production and labeling of organic products, amending Regulation (EU) No XXX/XXX of the European Parliament and of the Council [Official controls Regulation] and repealing Council Regulation (EC) No 834/2007

Cosio C., Martinoia E., Keller C., (2004), Hyper accumulation of cadmium and zinc in *Thlaspi caerulescens* and *Arabidopsis halleri* at the leaf cellular level. *Plant Physiol.* 134, 716-725.

Ćurguz, V.G., Raičević, V., Veselinović, M., Tabakovic-Tošić, M., Vilotić, D., (2012). Influence of heavy metals on seed germination and growth of *Picea abies* L. Karst, Polish *Journal of Environmental Studies*, Vol.21, Issue 2. p. 355-361.

Daferera D.J., Ziogas B.N., Polissiou M.G., (2000). GC-MS Analysis of Essential Oils from Some Greek Aromatic Plants and Their Fungitoxicity on *Penicillium digitatum*. *J. Agric. Food Chem*, 48 (6): 2576–2581.

De Masi L., Siviero P., Esposito C., Castaldo D., Siano F., Laratta B., (2006). Assessment of agronomic, chemical and genetic variability in common basil (*Ocimum basilicum* L.). *Eur Food Res Technol* 223: 273–281.

Fitter A. H. and Moyersoen B. (1996). Evolutionary trends in rootmicrobe symbioses. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. *Biological Sciences* 351:1367-1375.

Gang D., Wang J., Dudareva N., Hee Nam K., Simon J.E., Lewinsohn E., Pichersky E., (2001). An Investigation of the Storage and Biosynthesis of Phenylpropenes in Sweet Basil. *Plant Physiology*, Vol. 125: 539–555.

Ghosh, M., Singh, S.P., (2005). A review on phytoremediation of five heavy metals and utilization of its byproducts. *Appl. Ecol. Environ. Res.* 3, 1-18.

Gill Farrer – Halls, (2007), *Η βίβλος της αρωματοθεραπείας*, Εκδόσεις Ισόρροπον, Αθήνα.

Grayer R.J., Kite G.C., Goldstone F.J., Bryan S., Paton A. and Putievsky E. (1996) Intraspecific taxonomy and essential oil chemotypes in sweet basil, *Ocimum basilicum*. *Photochemistry*, 43: 1033–1039.

Harding Jennie – μετάφραση Σωτηροπούλου Χ., (2009), *Αρωματοθεραπεία*, Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα.

Harman, G.E. (2000) Changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22. *Plant Disease*, 208, 377-393.

Harman, G.E., Petzoldt, R., Comis, A. Chen, J. (2004) Interactions between *Trichoderma harzianum* strain T22 and maize inbred line Mo17 and effects of these interactions on diseases caused by *Pithium ultimum* and *Colletotrichum graminicola*. *Phytopathology*, 94, 147-153.

Harman G.E., (2005). «*Overview of mechanisms and uses of Trichoderma spp.*». Cornell University, Geneva, N.Y.

Hoffman David, (2001), «*Οδηγός Βοτανοθεραπείας*», Δίοπτρα, Αθήνα.

Hawkins H.J. Johansen A. and George E. (2000). Uptake and transport of organic and inorganic nitrogen by arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant and Soil* 226:275-285.

Ioannidis D., Bonner L. and Johnson C.B. (2002). UN-B is required for normal development of oil glands in *Ocimum basilicum* L. (sweet basil). *Ann. Bot.* 90: 453-460.

Javanmardi J., Stushnoff C., Locke E., Vivanco J.M., (2003). Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Ocimum* accessions. *Food Chemistry* 83: 547–550.

Kabata-Pendias A. and Mukherjee A.B., (2007). *Trace elements from soil to human*, Springer, Berlin. p.550.

Kabata-Pendias A. and Pendias H., (1999). *Biochemistry of trace elements*, 2nd edition, Wyd Nauk PWN, Warszawa (in Polish).

Kabata-Pendias A. and Pendias H., (2001). *Trace Elements in soils and plants*, 3Edition, CRC Press LLC.

Kadoglidou K., Malkoyannidis C., Radoglou K., Eleftherohorinos I., and Constantinidou H-I. A. (2008) Pronamide Effects on Physiology and Yield of Sugar Beet. *Weed Science* 56:457-463.

Kalavrouziotis I., Jones P., Carter J. Varnavas S., (2007), Uptake of trace metals by *Lycopersicum esculendum* L. at a site adjacent to the main road Athens Thessaloniki, Greece, *Fresenius Environmental Bulletin*, 16 (2) : 133 139.

Karalliedde L. and Gawarammana I., (2008). *Traditional Herbal Medicines*, Hammersmith Press Ltd, London, UK, p.94.

Khalil, S. and Alsanius, B.W. (2009) Utilisation of carbon sources by *Pythium*, *Phytophthora* and *Fusarium* species as determined by Biolog microplate assay. *Open Microbiology Journal*, 3, 9.

Kirkham, M.B., (2006). Cadmium in plants on polluted soils: effects of soil factors, hyperaccumulation, and amendments. *Geoderma* 137, 19-32.

Kofidis G., Bosabalidis A.M., and Moustakas M. (2003). Contemporary seasonal and altitudinal variations of leaf structural features in oregano. *Ann. Bot.* 92:635-645.

Kokkini S., Karousou R., Dardioti A., Krigas, N., and Lanaras T. (1997). Autumn essential oils of Greek oregano. *Phytochemistry* 44: 883-886.

Kulišić, T., et al. (2007). The effects of essential oils and aqueous tea infusions of oregano (*Origanum vulgare* L. spp. *hirtum*), thyme (*Thymus vulgaris* L.) and wild thyme

(*Thymus serpyllum* L.) on the copper-induced oxidation of human low-density lipoproteins. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 58:87–93.

Lampe, J. W. (2003). Spicing up a vegetarian diet: Chemopreventive effects of phytochemicals. *Am. J. Clin. Nutr.* 78:579S–583S.

Lasat, M.M., (2000). The use of plants for the removal of toxic metals form contaminated soil. *Prepared for US Environmental Protection Agency.*

Lee S., Umamo K., Shibamoto T., Lee K. (2005). Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. *Food Chemistry* 91: 131–137.

Lee, J., et al. (2010). Evaluation of antioxidant and inhibitory activities for different subclasses flavonoids on enzymes for rheumatoid arthritis. *J. Food Sci.* 75:H212–H217

León, A.M., Palma, J.M., Corpas, F.J., Gómez, M., Romero-Puertas, M.C., Chatterjee, D., Mateos, R.M., del Río, L.A., Sandalio, L.M., (2002). Antioxidative enzymes in cultivars of pepper plants with different sensitivity to cadmium. *Plant Physiol. Biochem.* 40,813-820.

Lombi E., Zhao F.J., Dunham S.J., Mc Grath S.P., (2000). Cadmium accumulation in population of *Thlaspi caerulescens* and *Thlaspi goesingense*, *New Phytol.* 145:11- 20.

Long XX, Yang XE, Ni WZ, Ye ZQ, He ZL, Calvert DV, Stoffela JP, (2003). Assessing zinc thresholds for phytotoxic and potential dietary toxicity in selected vegetable crops, *Commun Soil Sci Plant Anal* 34: 1421-1434.

Mabey Richard, (1999), «Πλήρης οδηγός για τα Βότανα (Θεραπεία - Διατροφή - Καλλυντικά - Καλλιέργεια)», Τύχαλος, Αθήνα.

Manjunatha, H., et al. (2007). *Hypolipidemic and antioxidant effects of dietary curcumin and capsaicin in induced hypercholesterolemic rats.* *Lipids.* 42:1133–1142.

Marschner P. Jentschke G. and Godbold D. L. (1998). Cation exchange capacity and lead sorption in ectomycorrhizal fungi. *Plant and Soil* 205:93-98.

- Martínez-Medina, A., Roldán, A., and Pascual, J.A. (2009) Performance of a *Trichoderma harzianum* bentonite-vermiculite formulation against *Fusarium* wilt in seedling nursery melon plants. *Horticultural Science*, 44, 2025-2027.
- Massimo L., Mariangela M., Grassi B.L., Mazzei M., Sala F., (2004). Morphological characterization, essential oil composition and DNA genotyping of *Ocimum basilicum* L. cultivars. *Plant Science* 167: 725–731.
- Mastelić, J., et al. (2008). Comparative study on the antioxidant and biological activities of carvacrol, thymol, and eugenol derivatives. *J. Agric. Food Chem.* 56:3989–3996.
- Mc Grath SP, Zhao FJ, Lombi E., (2001). Plant and rhizosphere process involved in phytoremediation of metal-contaminated soils. *Plant Soil*. 232(1/2):207–214.
- Monni S., Salemaa M., Millar N., (2000). The tolerance of *Empetrum Nigrum* to copper (Cu) and nickel (Ni), *Environmental pollution* 109:221-229.
- Moustakas K. N., Akoumianaki-Ioannidou A., Barouchas E. P., (2011). The effects of cadmium and zinc interactions on the concentration of cadmium and zinc in pot marigold (*Calendula officinalis* L.), *Australian Journal of Crop Science*. 5(3):274- 279.
- Moustakas K. N., Akoumianakis A. K., Passam C. H., (2001). Cadmium accumulation and its effect on yield of Lettuce, Radish, and Cucumber, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 32 (11&12), 1793–1802.
- Mueller, M., et al. (2010). Anti-inflammatory activity of extracts from fruits, herbs and spices. *Food Chem.* 122:987–996
- Naidu, K. A., et al. (2002). Inhibition of human lowdensity lipoprotein oxidation by active principles from spices. *Mol. Cell. Biochem.* 229:19–23.
- Nan Z., Li J., Zhang J., Cheng G., (2002). Cadmium and zinc interactions and their transfer in soil crop system under actual field conditions, *Sci Total Environ* 285:187–195.

Norman, J. R., and J. E. Hooker. (2000). Sporulation of *Phytophthora fragariae* shows greater stimulation by exudates of non-mycorrhizal than by mycorrhizal strawberry roots. *Mycological Research* 104:1069-1073.

Ody Penelope, (2006), «Πλήρης οδηγός Φαρμακευτικών Βοτάνων», Γιαλλέλης, Αθήνα

Orcutt, D.M., Nilsen, E.T., (2000). *The physiology of plants under stress - Soil and biotic factors*, John Wiley & Sons, New York. Oxford Advanced Learner's Dictionary, 2005, 7th Edition, Oxford University Press.

Peñuelas, J., et al. (2005). Isoprenoids: An evolutionary pool for photoprotection. *Trends Plant Sci.* 10:166–169.

Perfus-Barbeoch, L., Leonhardt, N., Vavasseur, A., Forestier, C., (2002). Heavy metal toxicity: cadmium permeates through calcium channels and disturbs the plant water status. *Plant J.* 32, 539-548.

Pessarakli M. (2001). *Handbook of plant and crop Physiology*. Marcel Dekker N.Y.

Pietrini, F., Iannelli, M.A., Pasqualini, S., Massacci, A., (2003). Interaction of cadmium with glutathione and photosynthesis in developing leaves and chloroplasts of *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex. Steudel. *Plant Physiol.* 133, 829-837.

Prasad M.N.V., (2008). *Trace Elements as contaminants and nutrients*, Wiley, New Jersey.

Prasad M.N.V, (2004). *Heavy metal stress in plants: from biomolecules to ecosystems*. 2nd ed. Narosa Publishing House, 22 Daryaganj, New Delhi.

Prieto, J.M., et al. (2007). In vitro activity of the essential oils of *Origanum vulgare*, *Satureja montana* and their main constituents in peroxynitrite-induced oxidative processes. *Food Chem.* 104:889–895.

Qadir, M., Schubert, S., Steffens, D., (2004). *Phytotoxic substances in soils*. Encyclopedia of Soils in the Environment, Elsevier, 216-222.

Safarzadeh S., Ronaghi A., Karimian N., (2013). Effect of cadmium toxicity on micronutrient concentration, uptake and partitioning in seven rice cultivars, *Archives of Agronomy and Soil Science*, Volume 59, Issue 2. p. 231-245.

Sas-Nowosielska, A., Kucharski, R., Malkowski, E., Pogrzeba, M. Kuperberg, J.M., Kryński, K., (2004). Phytoextraction crop disposal - an unsolved problem, *Environ. Pollut.* 128, 373-379.

Sauve S., Norvell W.A., McBride M., Hendershot, W., (2000). Speciation and complexation of cadmium in extracted soil solutions, *Environmental Science & Technology*, v.34, p.291-296,

Shahidi, F., et al. (2010). Hydroxycinnamates and their in vitro and in vivo antioxidant activities. *Phytochem. Rev.* 9:147–170

Shan, B., et al. (2005). Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. *J. Agric. Food Chem.* 53:7749–7759.

Telci I., Bayram E., Yilmaz G., Avcı B. (2006). Variability in essential oil composition of Turkish basils (*Ocimum basilicum* L.). *Biochemical Systematics and Ecology* 34: 489-497.

Tepe B., Daferera D., Sökmen M., Polissiou M., Sökmen A. (2004). In Vitro Antimicrobial and Antioxidant Activities of the Essential Oils and Various Extracts of *Thymus eigii* M. Zohary et P.H. Davis. *J. Agric. Food Chem.*, 52 (5): 1132–1137.

Wellwood, C. R. L., et al. (2004). Relevance of carnosic acid concentrations to the selection of rosemary, *Rosmarinus officinalis* (L.), accessions for optimization of antioxidant yield. *J. Agric. Food Chem.* 52:6101–6107.

Yan, H., et al. (2009). High-performance liquid chromatography method for determination of carnosic acid in rat plasma and its application to pharmacokinetic study. *Biomed. Chromatogr.* 23:776–781.

Yanai J, Zhao FJ, McGrath SP, Kosaki T., (2006). Effect of soil characteristics on Cd uptake by the hyper accumulator *Thlaspi caerulescens*. *Environ. Pollut.* 139(1):167- 175.

Zarcinas, B.A., Ishak, C.F., McLaughlin, M.J., Cozens, G., (2004). Heavy metals in soils and crops in Southeast Asia. 1. Peninsular Malaysia. *Environ. Geochem. Health* 26:343-357.

Zheng, W., et al. (2001). Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *J. Agric. Food Chem.* 49:5165–5170.

Zhou, W., Qiu, B., (2005). Effects of cadmium hyperaccumulation on physiological characteristics of *Sedum alfredii* Hance (Crassulaceae). *Plant Sci.* 169, 737–745.

Αάργκο Χ. Ραϊμούνδο & Ρουίθ ντε Σολά Φρανθίσκο, (2002), «Θεραπευτικά βότανα και φυτά», Ίριδα, Αθήνα.

Αβραμάκης Μ. – Βραχνάκης Θ., (2005), *Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά*, Εκδόσεις Τ.Ε.Ι. Κρήτης, Κρήτη.

Ακουμιανάκη - Ιωαννίδου Α. και Μουστάκας Ν., (2010). Αλληλεπίδραση καδμίου (Cd) και ψευδαργύρου (Zn) στη συγκέντρωσή τους σε φύλλα Μέντας (*Menta piperita* L.), *Πρακτικά 25ου Συνεδρίου Ελληνικής Εταιρείας Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών*, Λεμεσός, Κύπρος. σελ.246.

ANKO A.E. (2000), “Επιχειρησιακό σχέδιο για τη σύσταση και λειτουργία επιχείρησης *Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών*”, Κοζάνη.

Βίγκλας Παναγιώτης, (2012), «Σημειώσεις: Τα βότανα του Πηλίου ως στοιχείο ενίσχυσης της τοπικής οικονομίας», Κ.Π.Ε. Μακρινίτσας, Ελασσόνα.

Βίτσιου Ε, Σιατερλή Κ., (2019). *Μελέτη της επίδρασης της αζωτούχου λίπανσης στην ολική αντιοξειδωτική ικανότητα φυτών βασιλικού καλλιεργουμένων κατά την εαρινή περίοδο*. ΤΕΙ Ηπείρου, Άρτα.

Βογιατζή Δ. – Καμβούκου Ε., (2004), *Επιλογή αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών*, Εκδόσεις Σύγχρονη παιδεία, Αθήνα.

Βρανάκη Γ., Κολώνη Κ., (2008), «*Τα Βότανα της Κρήτης και οι Θεραπευτικές τους Ιδιότητες*», Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα. Κρήτης, Σχολή Επαγγελματιών Υγείας & Πρόνοιας, Τμήμα Νοσηλευτικής, Ηράκλειο

Βύθουλκας Γ. Κ., (2008), *Βασικές ιδέες ομοιοπαθητικής*, Εκδόσεις Ιανός, Αθήνα.

Γαλάτης Β., Γανωτάκης Δ., Γκανή - Σπυροπούλου Κ., Καραμπουρνιώτης Γ., Κοτζαμπάσης Κ., Κωνσταντινίδου Ε.Ι., Μανέτας Ι., Ρουμπελάκη - Αγγελάκη, Κ.Α., (2003). *Φυσιολογία φυτών, Από το μόριο στο περιβάλλον*, Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο.

Γιαχακοπούλου Μ., (2007), «*Τα Αρωματικά & Φαρμακευτικά Φυτά της οικογένειας των Χειλανθών (Labiatae)*», Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα. Κρήτης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας, Τμήμα Θερμοκηπιακών Καλλιεργειών & Ανθοκομίας, Ηράκλειο.

Γκουγκουλιάς Ν., (2016), *Μέθοδοι ανάλυσης του εδάφους*. Edition: Grammiko, Larisa, Greek., Publisher: Grammiko, Editor: Grammiko, ISBN: 978-960-9506-14-4.cling in Agroecosystem, 51, 123-137.

Γραβάνης Φ., 2004. «*Η φυτοπροστασία στη βιολογική γεωργία*» στο *Θέματα Βιολογικής Γεωργίας*. Εκδόσεις Κ.Ε.Κ. ΑΙΓΕΑΣ, Λάρισα.

Δεφερέρα Δ. Ι., (2003), *Παραλαβή, ανάλυση με χρωματογραφικές – φασματοσκοπικές μεθόδους και βιολογική δράση αιθέριων ελαίων αρωματικών φυτών*, διδακτορική διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, εργαστήριο χημείας, γενικό τμήμα.

Ζαλίδης Γ., (2002). *Σημειώσεις του μαθήματος Ρύπανση και Υποβάθμιση Εδαφών*, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Ηλιοπούλου Κ., (2002), «*Θεραπευτικά Βότανα & Φυτά*», Ίριδα, Αθήνα

Καλλιάνου Χ., (2007), *Ρύπανση και αποκατάσταση εδαφών*, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου, της 28ης Ιουνίου 2007 , για τη βιολογική παραγωγή και την επισήμανση των βιολογικών προϊόντων και την κατάργηση του κανονισμού (ΕΟΚ) αριθ. 2092/91.

Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 889/2008 της Επιτροπής, της 5ης Σεπτεμβρίου 2008 , σχετικά με τη θέσπιση λεπτομερών κανόνων εφαρμογής του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 834/2007 του Συμβουλίου για τη βιολογική παραγωγή και την επισήμανση των βιολογικών προϊόντων όσον αφορά τον βιολογικό τρόπο παραγωγής, την επισήμανση και τον έλεγχο των προϊόντων.

Κανονισμός (ΕΟΚ) αριθ. 2092/91 του Συμβουλίου της 24ης Ιουνίου 1991 περί του βιολογικού τρόπου παραγωγής γεωργικών προϊόντων και των σχετικών ενδείξεων στα γεωργικά προϊόντα και στα είδη διατροφής.

Κανταρτζής Α. Ν., (2003), «*Ανθοκομία, Αρωματικά & Φαρμακευτικά Φυτά για την Αρχιτεκτονική και Αρχιτεκτονική του Τοπίου*», Τόμος 1.

Καραγιαννίδης, Π.Π., 2002. *Ειδική ανόργανη χημεία, τα στοιχεία και οι ενώσεις τους*. 2η έκδοση, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Καραμπουρνιώτης, Α. Γ., 2003. *Φυσιολογία καταπονήσεων των φυτών*, 1η Έκδοση, Εκδόσεις Έμβρυο, Αθήνα.

Καρέλης Δημήτριος, (2012), «*Μυρτιά ή Μυρσίνη ή Σμυρτιά και Μύρτος*», Γαία Ελληνική: <http://www.gaiaelliniki.gr/2012/09/blog-post.html>

Καρράς Γ. και Καρρά Α., (2006). *Ετήσια Πολυετή και Βολβώδη- Η παραγωγή, η φροντίδα και η χρήση τους στην κηποτεχνία*, Εκδόσεις Αγρότυπος, σελ.41-42.

Καταξάκη Δ., (2000), Διαδικασία απόσταξης αιθέριου ελαίου, *Περιοδικό Φρούτο-Νέα*, τεύχος 17, Αθήνα.

Κατσαμπούλας Κ., (2004), *150 βότανα για 150 χρόνια ζωής, πρότυπη βοτανολογία με τα θαυματουργά βότανα της πατρίδας μας*, Δρόμων.

Κιτσοπανίδης Γεώργιος Ι., (2007), *Γεωργική λογιστική και εκτίμηση: Αρχές και εφαρμογές*, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Κουκουναλάκη Μ., (2015). Συνεργιστική Αντιοξειδωτική Ικανότητα Εκχυλισμάτων Κρητικών Βοτάνων. Πτυχιακή Μελέτη. ΤΕΙ Κρήτης, Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας & Τεχνολογίας Τροφίμων, Τμήμα Διατροφής και Διαιτολογίας.

Κούτσος Θ., (2006). *Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά*, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Λάγουρη, Β., Κρυστάλλη, Φ., Πρασιανάκη, Δ., (2011). *Μελέτη των αντιοξειδωτικών ιδιοτήτων και της φαινολικής σύστασης πολικών εκχυλισμάτων ελληνικής πρόπολης*. Πτυχιακή εργασία. ΤΕΙ Θεσσαλονίκης, Σχολή Τεχνολόγων Γεωπόνων και Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων.

Λαμπράκη Μ., (2001), *Τα βότανα και οι θεραπευτικές τους ιδιότητες*, Εκδόσεις Σπύρος Σπύρου Ε.Ε., Αθήνα.

Μαργαρίτης Λ.Χ. (2004). *Βιολογία Κυττάρου*, Ιατρικές εκδόσεις Λίτσας. Αθήνα.

Μήτσιος Ιωάννης Κ., (2004). *Γονιμότητα εδαφών, θρεπτικά στοιχεία φυτών, (μακροθρεπτικά, μικροθρεπτικά) και βαρέα μέταλλα, μέθοδοι και εφαρμογές*, Εκδόσεις Zymel.

Μπαζαίος Κ., (2000). *100 βότανα 1000 θεραπείες*. Υγεία και διατροφή, Εκδόσεις Nutricare, Αθήνα.

Μπάρδας Γ.Α., (2011). «*Αντιμετώπιση των εδαφογενών μυκήτων με χρήση βιοπαραγόντων*». Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα <http://www.futoprostasia.gr>

Μποζαμπαλίδης Αρτέμιος (2008). *Οι αδένες των φυτών*. Εκδοτικός οίκος Ιδιωτική, Θεσσαλονίκη.

Πολύσιου Μ., (2002), *Επενδυτικές δυνατότητες στον τομέα των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα*, Εκδόσεις Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.

Πολυσίου Μ., (2008). Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά. Προσδοκίες για αγρότες και μεταποιητές του Ν. Καρδίτσας, *Πρακτικά 1ου Αναπτυξιακού Συνεδρίου του Νομού Καρδίτσας*.

Σάββας Δ., (2000), *Θρέψη Φυτών* ΤΕΙ Ηπείρου Τμήμα Ανθοκομίας και Αρχιτεκτονικής Τοπίου

Σέμος Α., (2010), *Μεταποίηση αγροτικών προϊόντων: Οικονομική – Οργάνωση – Παραγωγή τροφίμων*, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Σταθόπουλος Κ., (2012), «*Τα φάρμακα στην Αρχαία Ελλάδα*», *Φαρμακευτική Εταιρεία Ελλάδος*: <http://www.fee.org.gr/articles-blog/311-medicine-ancient-greece.html>

Στασινάκης Α. Σ., (2003). *Εισαγωγή στην Περιβαλλοντική Μηχανική*. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Μυτιλήνη.

Σφακάκης Μ. Δ., (2009), «*Τα ιθαγενή καλλωπιστικά Φυτά και η χρήση τους στην Κηποτεχνία*», Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα. Κρήτης,

Τρέμπεν Μ., (2002), «*Υγεία από το φαρμακείο του Θεού, Συμβουλές και εμπειρίες με φαρμακευτικά βότανα*», Κέδρος, Αθήνα

Τσέκος, Ι.Β., (2004). *Φυσιολογία φυτών*. 2η έκδοση, Εκδόσεις Αδελφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη.

Τσόγκας Μ., (2005), Προοπτικές προώθησης του κλάδου των αρωματικών φυτών στην Ελλάδα. Πρόταση ενός ολοκληρωμένου μοντέλου εφαρμογής, *Περιοδικό γεωργία και κτηνοτροφία*, Αθήνα.

Υπ.Α.Α.Τ. Δ/ση Αγροτικής Πολιτικής & Τεκμηρίωσης Τμήμα Αγροτικής Στατιστικής.

Ψιλάκης Ν., (2000), Τα βότανα στην κουζίνα – Μαγειρική με επιλογές από το φαρμακείο της φύσης, Εκδόσεις Καρμανώρ, Ηράκλειο